S
2495

Zeitschrift

Z 1530

Bibliothek des med.-klin. Instituts München

22900184655

ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

REDIGIRT UND HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. **J. HENLE,**
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. **C. v. PFEUFER,**
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.

MED.-KLIN. INSTITUT DER K. UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Dritte Reihe. XXIX. Band.

Mit acht Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1867.

31731

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No. Ser W1 /113

Bibliothek des med.-klin. Instituts München

Inhalt des neunundzwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Ueber die Wirkung des Extractes der Calabarbohne und des Nicotin auf die Iris. Von Dr. J. Rogow aus Wilna. 1

Zur Irisbewegung. Erwiderung an Herrn Dr. Gruenhagen. Von Dr. J. Bernstein. 35

Die Gelenke des Kaninchens. Von A. Böger in Göttingen. . . . 38

Zur Entwickelungsgeschichte der Herzmuskulatur. Von C. Eckhard in Giessen. (Hierzu Tafel I.) 55

Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion. Von Demselben. . . 74

Ueber den Bau und die Verrichtung der Augenhöhlendrüse. Von Dr. F. A. Kehrer, Prosector in Giessen. 88

Ueber die nach der Durchschneidung des Trigeminus am Auge des Kaninchens eintretende Ernährungsstörung. Von G. Meissner. (Hierzu Tafel II.) 96

Ueber das Verhältniss der organischen Form zu den mechanischen Naturwissenschaften. Von Dr. A. Classen in Rostock. . . . 105

Ueber die giftige Wirkung und den Nachweis einiger Cadmiumverbindungen. Vorläufige Mittheilung. Von Dr. Wilh. Marmé. . . 125

Zweites und drittes Heft.

Mechanik des Ohres. Aus dem Nachlass von B. Riemann. . . . 129

Ueber angebliche reflectorische Beziehungen des N. vagus zur Harnblase. Von Dr. F. A. Kehrer in Giessen. 144

Ueber Halsrippen und anomale Rippengelenke. Von Dr. Huntemüller in Göttingen. (Hierzu Taf. III.) 149

Seite

Ueber eine anomale Verbindung des M. pectoralis major und latissimus dorsi in der Achselgrube. Von F. Merkel, Stud. med. in Göttingen. (Hierzu Tafel IV.) 158

Ueber die angebliche Anastomose zwischen dem Ganglion geniculi N. facialis und dem N. petrosus superficialis minor. Von Dr. E. Bischoff. (Hierzu Tafel V.) 161

Bemerkung über den N. petrosus superficialis minor. Von W. Krause. 165

Ueber das Budge'sche Ciliospinal-Centrum. Von Dr. E. Salkowski in Königsberg i Pr. 167

Histiologische und physiologische Studien. Fünfte Reihe. Von G. Valentin. 191

Ueber die nach Durchschneidung des Trigeminus am Auge eintretende Ernährungsstörung. Von M. Schiff. 217

Ueber die Verschiedenheit der Aufnahmsfähigkeit und Leitungsfähigkeit in dem peripherischen Nervensystem. Von M. Schiff. . 221

Messungen an Hühnerembryonen und Bildungsabweichungen des Schwanzendes des Primitivstreifens. Von Dr. E. Dursy in Tübingen. (Hierzu Tafel VI.) 224

Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina. Von Dr. C. Hasse. (Hierzu Tafel VII.) 238

Ueber das Verhalten des Sphincter pupillae der Säugethiere gegen Atropin. Von Dr. A. Gruenhagen in Königsberg i/Pr. . . 275

Notiz über das Verhalten der negativen Stromesschwankung der sogenannten parelectronomischen Schichte des natürlichen Muskelquerschnitts. Von Demselben. 285

Ueber die Flimmerbewegung. Von Alexander Stuart aus Petersburg. (Hierzu Tafel VIII.) 288

Verzeichniss der in Bd. I—VIII der neuen Folge und in Bd. I—XXX der 3. Reihe enthaltenen Originalabhandlungen. 309

Ueber die Wirkung des Extractes der Calabarbohne und des Nicotin auf die Iris.

Von

Dr. **J. Rogow** aus Wilna.

Zu den vorliegenden Untersuchungen, die Wirkungen des Calabarextractes und des Nicotin betreffend, wurde ich von Herrn Dr. Gruenhagen angeregt. Ich habe vorzugsweise die Iris zum Gegenstande meiner Versuche gemacht, weil der Einfluss, den die genannten Gifte gerade auf dieses Organ ausüben, so erhebliche Meinungs-Verschiedenheiten hervorgerufen hat.

Seitdem Fraser im Jahre 1862 die myotische Wirkung der Calabarbohne entdeckt hatte, wurde die Frage rege, wie man sich die Wirkungsart derselben denken solle, ob man nämlich die durch sie hervorgerufene Myosis als Lähmungserscheinung und den Sitz der Lähmung in die Enden der pupillenerweiternden Nervenfasern verlegen solle, oder sie als Folge einer Reizung der pupillenverengernden Nerven, beziehungsweise Muskelfasern zu betrachten habe.

Rosenthal hält die erstere Ansicht für die allein richtige und erklärt in seiner Anmerkung zu der Hirschmann'schen Arbeit[1]): „der Dilatator (pupillae) wird (durch Calabar-Extract) gelähmt, vielleicht wird auch der Sphincter gereizt". Als Grund für diese Behauptung führt er folgende Ergebnisse seiner Versuche an: 1) Reizung des Sympathicus vermag gar keine oder eine nur sehr geringe Erweiterung der durch Calabar verengerten Pupille zu bewirken. 2) Nach vorheriger Lähmung des Sphincter iridis durch Atropin erhält man durch das Calabarextract eine mittlere Weite der Pupille.

---

[1]) L. Hirschmann, Zur Lehre der durch Arzneimittel hervorgerufenen Myosis und Mydriasis. Du Bois-Reymond's und Reichert's Archiv 1863. p. 309—318.

Bernstein und Dogiel[2]) bestätigen die Versuche Rosenthal's, entscheiden sich jedoch für die ausschliessliche Lähmung des Sympathicus.

v. Graefe[3]), der die nämliche Frage einer Bearbeitung unterzogen hat, sagt am Schlusse seiner Arbeit über diesen Gegenstand:

„Vor der Hand scheint es mir kaum zulässig, die Erscheinung (die durch Calabarextract hervorgerufene Myosis) ohne eine Erregung des Sphincter zu erklären. Der Grad der Pupillenverengerung macht's an sich schon unwahrscheinlich, dass ihr eine blosse Lähmung der Radialfasern zu Grunde liegt."

Ebenso gelangte Robertson[4]) vor v. Graefe zu der Ansicht, dass das Extract der Calabarbohne eine vermehrte Action des Sphincter pupillae herbeiführe. Diese Auffassung schien ihm namentlich dadurch gesichert, dass die von ihm beobachtete weitere Folge der Calabarwirkung, die Myopie, nur durch eine Reizung des Tensor choroideae erzeugt werden könne, der Sphincter pupillae aber, ebensowohl wie der Tensor, von gleichartigen Ciliarnerven versorgt werden. Er kommt auf diesem Wege zu dem Schlusse, dass das Extract der Calabarbohne als ein Stimulans der Ciliarnerven aufzufassen sei.

Gruenhagen[5]) nimmt zur Erklärung der Calabar-Wirkung nur die Sphincterreizung in Anspruch, und schliesst die Sympathicuslähmung in Bezug auf die Iris ganz aus. Derselbe gründet seine Ansicht auf folgende experimentelle Ergebnisse. Wird einem Kaninchen das eine Auge atropinisirt und darauf ein gleich grosses quadratisches Stück Calabarpapier auf beide Augen applicirt, so kann man leicht beobachten, dass die nicht atropinisirte Pupille bis auf Stecknadelkopfgrösse sich verengert, während die atropinisirte noch immer verhältnissmässig weit bleibt. Auch schwindet die Myosis hier viel früher als dort. Werden nun die beiden N. sympathici am Halse gereizt, so erfolgt auf dem atropinisirten Auge eine sehr bedeutende Pupillendilatation, auf dem nicht atropinisirten Auge gar keine oder eine nur sehr unbedeutende. Wenn die

---

[2]) Bernstein und Dogiel, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1866. p. 453.

[3]) Archiv f. Ophthalmologie. 1863.

[4]) Robertson, The Calabar-Bean as a new ophthalmic agent.

[5]) Virchow's Archiv Bd. XXX. p. 481—524 und Berliner Klinische Wochenschrift 1865. p. 242 u. 252. Bemerkungen, die Bewegung der Iris betreffend.

myotische Wirkung nun auf Lähmung des Sympathicus zurückzuführen wäre, schliesst er, so müsste erstlich die Wirkung auf das atropinisirte Auge nicht erheblich verschieden von der auf das nicht atropinisirte sein, und müsste ferner die Reizung des Halssympathicus beiderseitig von gleich geringem Erfolge begleitet sein, zumal sich Atropin gegen den Sympathicus indifferent verhält.

Gruenhagen erklärt die erwähnten Thatsachen folgendermaassen: Wird ein normales Auge calabarisirt, so trifft der Reiz einen normalen, ohnehin kräftig wirkenden Sphincter, die Wirkung erfolgt daher mit voller Kraft und ist im Stande, der Sympathicusreizung ein schwer oder mitunter auch gar nicht zu bewältigendes Hinderniss in den Weg zu legen. Ist aber der Sphincter durch Atropin nahezu gelähmt worden, so genügt die gleiche Quantität Calabarextract nicht mehr, um in diesem nunmehr unempfindlicheren Muskel einen ebenso starken Erregungszustand hervorzurufen und ihn ebenso lang in Contraction zu erhalten, als es im normalen Auge der Fall ist. Der Pupillendilatation durch Sympathicusreizung wird demnach auch von Seiten des Sphincter ein geringeres mechanisches Hinderniss geboten, und ihr Zustandekommen daher im atropinisirten Auge erleichtert. Dies in Kurzem die Ansichten über die Wirkung der Calabar-Bohne.

In mancher Beziehung ähnlich verhält sich das Nicotin zur Iris; jedoch gehen die Ansichten über die Wirkung auch dieses Giftes nicht minder auseinander.

Von den verschiedenen, darüber erschienenen Arbeiten sollen die wichtigsten näher berücksichtigt werden. Hirschmann, welcher in Gemeinschaft mit Rosenthal diesem Gegenstande eine möglichst eingehende Betrachtung widmete, giebt in seiner Arbeit[6]) am Schlusse der angeführten Versuche an „die Pupillenverengerung, welche Nicotin bewirkt, kommt zu Stande, nicht durch stärkere Erregung des Sphincter pupillae, sondern durch Herabsetzung oder völlige Aufhebung der Erregung des Dilatator pupillae (Parese oder Paralyse desselben). Diese Lähmung hat ihren Sitz in den Endigungen der pupillenerweiternden Nerven, weshalb auch electrische Reizung des Halssympathicus ohne den bekannten Erfolg bleibt. Gegen die Annahme einer Sphincterreizung spricht ihm hauptsächlich der Umstand, dass Nicotin nach Durchschneidung des N. trigeminus, dessen mächtiger Einfluss auf die Iris der Kaninchen einzig und allein dem vermeintlichen

[6]) L. Hirschmann l. c.

Gehalt neuer, dem Ganglion Gasseri entsprungener, pupillenerweiternder Nervenfasern zugeschrieben wird, bei unversehrtem Oculomotorius keine Pupillenverengerung mehr hervorzubringen vermag.

Bernstein und Dogiel[7]) bestätigen auch für das Nicotin die Angaben Hirschmann-Rosenthal's.

Gruenhagen[8]) schreibt die myotische Wirkung des Nicotin einer Reizung des Sphincter zu und widerlegt die Hirschmann-Rosenthal'sche Theorie durch folgende Gründe:

1) Dieselben Unterschiede zwischen dem atropinisirten und nicht atropinisirten Auge, welche in Bezug der Calabarwirkung zu erwähnen waren, kommen auch bei directer Application von Nicotin auf das Auge[9]) in Betracht.

2) Das Experiment, worauf die Hirschmann'sche Auffassung der Nicotin-Wirkung sich namentlich stützt, in welchem nach Durchschneidung des Ram. ophthalmicus n. trigemini in der Schädelhöhle eine wenige Tage darauf vorgenommene Nicotinvergiftung keine Myosis mehr verursachte, spricht nicht zu ihren Gunsten, da mit der Durchschneidung des Trigeminus zugleich auch pupillenverengernde Fasern durchtrennt worden sind. Bekanntlich erfolgt nämlich auf Reizung des Ram. ophthalmicus n. trigemini Pupillenverengerung, und könnte somit das Ausbleiben der Pupillenverengerung diesem Umstande zugerechnet werden.

3) Auch nach Exstirpation des Ganglion supremum n. sympathici beim Kaninchen, in welchem er, mit Budge[10]) übereinstimmend, Hirschmann und Rosenthal gegenüber, alle pupillenerweiternde Fasern verlaufen lässt, erzeugt Nicotin noch immer die deutlichste Myosis.

4) Auch im exstirpirten Auge verursacht Nicotin starke Pupillenverengerung.

Bevor wir nun zu unseren eigenen Untersuchungen übergehen, will ich zu besserem Verständniss derselben noch mit wenig Worten des Trigeminus gedenken, insofern sein Einfluss die Bewegung der Iris betrifft.

Durchschneidung des Quintus in der Schädelhöhle von Kaninchen hat, wie man weiss, Verengerung und Bewegungs-

---

[7]) B. u. D. l. c.

[8]) Berl. Klin. Wochenschrift l. c.

[9]) Berl. Klin. Wochenschrift l. c.

[10]) Budge, Ueber die Bewegung der Iris. 1865.

losigkeit der Iris [Magendie[11]), Longet[12]) u. v. a.] zur Folge. Dagegen führt nach Magendie die intracranielle Durchschneidung desselben bei Hunden und Katzen Erweiterung der Pupilie herbei, jedenfalls aber zu keiner Verengerung [Schiff][13]). Longet bemerkt, dass die Verengerung und Unbeweglichkeit der Pupille nur eine vorübergehende sei. Am Tage nach der Operation sind diese Erscheinungen wieder verschwunden. Cl. Bernard[14]), Braun[15]) und Budge[16]) haben die nämliche Beobachtung gemacht[17]). Letzterer fügt jedoch hinzu, dass, wenn die Durchschneidung vor dem Gangl. Gasseri gemacht worden ist, ein geringerer Grad von Verengerung für immer zurückbleibe, und erklärt diese Erscheinung einfäch dadurch, dass im Gangl. Gasseri sich der N. sympathicus an den N. trigeminus anlege, und deshalb bei Quintus-Durchschneidung vor dem Gangl. Gasseri auch ersterer durchschnitten werden müsse.

Die Reizung des peripheren Quintusstumpfes in der Schädelhöhle, sei es durch Kneipen oder vermittelst des electrischen Stromes (Cl. Bernard, Budge, Gruenhagen, Oehl) war immer von Pupillenverengerung begleitet. Wir finden ferner Angaben darüber, dass auch Reizung der sensiblen Aeste des Trigeminus von der Peripherie aus, also auf reflectorischem Wege Verengerung der Pupille erzeugt. So giebt J. Mueller[18]) an, dass Zusammenziehung der Iris von in die Nase eingezogenem kalten Wasser entsteht, und schliesst daraus, „dass die zum Ciliarknoten und also zu der Iris gehenden Theile des N. oculomotorius durch Reflexion leicht erregt werden können". Eben dieselbe Folge hat nach Larrey (Budge, Iris-Beweg. p. 101) Betupfung der Conjunctiva mit Höllenstein. Da nun die Angaben Cl. Bernard's, Budge's,

---

[11]) Magendie, Journal de la physiologie expérim. T. III. p. 207.

[12]) Longet, Anat. u. Physiolog. d. Nervensyst. übers. v. Hein.

[13]) Schiff, Untersuch. z. Physiol. d. Nervensyst. mit Berücksicht. d. Patholog. 1855. p. 23.

[14]) Cl. Bernard, Leçon sur la physiologie et la pathologie du système nerveux.

[15]) Braun, Zur Lehre von den Mydriaticis. Arch. f. Ophthalmol. 1859.

[16]) Ueber die Bewegung der Iris. Braunschweig 1855.

[17]) Ebenso verschwindet nach Snellen bei Ausschluss aller traumatischen Einflüsse die ebenfalls nach Trigeminusdurchschneidung eintretende Hyperämie. Arch. f. d. Holl. Beitr. I. S. 206 und Donders, Physiologie d. Menschen. 1859. p. 142.

[18]) Joh. Mueller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 1840. II. p. 583.

Gruenhagen's und schliesslich Oehl's[19]) sich auf den vom Gehirn abgelösten Trigeminus beziehen, so ist der Schluss wohl gerechtfertigt, dass der Iris durch den Quintus auch eigene pupillenverengernde Fasern zugeführt werden. Damit ist aber durchaus nicht ausgeschlossen, dass nicht möglicherweise ein Reflex vom Trigeminus auf den Oculomotorius noch ausserdem stattfinden könnte, und somit J. Mueller in der Deutung des von ihm angeführten Falles Recht hätte. Jedenfalls muss die Verengerung der Pupille[20]), welche von allen Beobachtern gleich nach der Durchschneidung des Trigeminus am Kaninchenauge constatirt worden ist, welche nach einiger Zeit verschwindet, ja sogar nach Cl. Bernard mitunter in eine beträchtliche Erweiterung übergeht, nicht als eine Lähmungs-Erscheinung, sondern als Folge eines lange anhaltenden Reizzustandes des Trigeminus-Stumpfes angesehen werden. Sie ist jedoch wiederum nicht auf eine reflectorische Erregung des Oculomotorius zu beziehen, da sie auch im atropinisirten Auge mit der nämlichen Intensität auftritt und hier bekanntlich der Oculomotorius gelähmt ist. Es entsteht somit die Frage, ob die unzweifelhaft vorhandenen pupillenverengernden Fasern des Trigeminus durch Erregung des Sphincter iridis oder auf einem andern Wege ihre Wirkung auf die Iris ausüben. Wäre das erstere der Fall, so hätten wir sofort eine höchst unwahrscheinliche Annahme zu machen. Wir müssten dann den Trigeminus-Fasern des Sphincter pupillae eine ganz besondere Fähigkeit, diesen Muskel in Contraction zu versetzen, vindiciren, eine Fähigkeit, welche von der des Oculomotorius vollständig verschieden wäre. Jene müssten ihn in einen langsam entstehenden, dafür aber lange Zeit anhaltenden, diese in einen schnell entwickelten, jedoch nur kurze Zeit dauernden Contractions-Zustand versetzen können. Denn gerade so unterscheidet sich bei Kaninchen die nach Trigeminus-Reizung zu beobachtende, lange währende Myosis von der bei Oculomotorius-Erregung eintretenden, schnell vorübergehenden Pupillen-Enge. Jedoch bedürfen wir dieser Annahme um so weniger, als ein anderer Weg, den Einfluss des Trigeminus auf die Bewegung der Iris zu erklären, nicht nur möglich, sondern auch empfehlenswerther scheint. Einem in der Berliner klinischen Wochenschrift (Jahrg. 65. p. 253) beschriebenen

---

[19]) Oehl, Meissner's Jahresber. 1862. S. 506.

[20]) Joh. Mueller, Handbuch der Physiologie des Menschen. 1840. II. p. 583.

Experimente[21]) zufolge gelangte Gruenhagen nämlich zu der Ansicht, dass der Trigeminus nicht durch möglicherweise in ihm enthaltene Sphincter-Nervenfasern, sondern durch eine Veränderung des Iris-Gewebes, durch Herabsetzung seiner Elasticität die Pupillen-Contraction herbeizuführen im Stande sein dürfte. Wir werden weiterhin Gründe finden, dieser Ansicht beizupflichten.

Aus dem Gesagten geht somit hervor, dass zur Erklärung einer Pupillenverengerung drei Möglichkeiten in Betracht kommen können und daher auch stets in Betracht gezogen werden müssen. Entweder kann sie nämlich durch eine Sphincter-Reizung oder durch eine Sympathicus-Lähmung oder schliesslich durch eine Trigeminus-Reizung bedingt worden sein.

Dieses vorausgeschickt, lässt sich das mir zur Bearbeitung gestellte Thema folgendermaassen zusammenfassen. Es wäre

1) zu entscheiden, ob die durch Calabar-Extract und Nicotin bei Application auf das Auge oder bei Einführung in das Blut erzeugte Myosis als eine Folge von Sympathicus-Lähmung [Hirschmann, Rosenthal, Bernstein und Dogiel, Laschkewich[22])] oder als eine Reizerscheinung aufzufassen sei (Robertson, v. Graefe, Gruenhagen);
2) ob Calabar und Nicotin sich in ihrer Wirkung auf die Iris gleich verhalten, oder sich in irgend einer Hinsicht von einander unterscheiden;
3) in welcher Beziehung sie zum Trigeminus stehen.

Wenden wir uns zunächst zur Besprechung der ersten Frage und halten den von Gruenhagen geltend gemachten, oben angeführten Einwand fest, dass nämlich ein Ausbleiben der Pupillendilatation nach Sympathicus-Reizung durchaus nicht nothwendig auf eine Lähmung dieses Nerven bezogen werden müsse, sondern auch ganz wohl durch eine kräftige Erregung zunächst des antagonistisch wirkenden Sphincter iridis verursacht werden könne.

Dieser Einwand macht, wie ersichtlich, die Beweiskraft der von Hirschmann-Rosenthal angestellten und von Bernstein-Dogiel mit gleichem Erfolge wiederholten Experimente mehr als zweifelhaft, und man kann, so lange er unwiderlegt bleibt, die von den genannten Autoren aufgestellte Behauptung, dass Calabar und Nicotin den Iris-Sympathicus

---

[21]) Entleerung des Humor aqueus bei Katzen erzeugt nur während des Lebens Myosis.

[22]) Laschkewich, Virch. Arch. Bd. XXXV. p. 291—301.

lähme, nicht für erwiesen ansehen. Der Weg, hierüber zur Entscheidung zu kommen, ist von Gruenhagen vorgezeichnet[23]), nnd wir werden ihn mit geringer Modification weiter verfolgen. Stellt sich nämlich heraus, dass bei sonst ausgesprochener Calabarvergiftung in einem vorher atropinisirten Kaninchenauge eine deutliche Pupillendilatation durch Reizung des Halsstranges leicht zu erhalten ist, so werden wir ein Recht haben, die Angabe einer Sympathicus-Lähmung auf's entschiedenste in Abrede zu stellen. Ich lasse jetzt die hier einschlagenden Experimente folgen und werde am Ende eines jeden die daraus zu ziehenden Schlüsse besonders hervorheben, darunter übrigens auch solche, welche nicht genau zur Entscheidung der vorerst zu erwägenden Frage, sondern auch zur Entscheidung der beiden andern von uns aufgeworfenen Fragen dienen sollen.

Exper. I.

Ein grosses graues Kaninchen, dessen rechtes Auge atropinisirt worden war, wurde mit Urari[24]) vergiftet und alsdann künstliche Athmung eingeleitet; der Vagus war total gelähmt. In diesem Stadium der Vergiftung reagirte die linke Pupille deutlich auf einfallendes Sonnenlicht. Reizung des Sympathicus ergab beiderseitig Erweiterung der Pupillen; in dem linken Auge aber eine erheblich geringere, wenn der Sphincter durch das einfallende Licht der Sonne zur Contraction gebracht worden war. Wurde die künstliche Athmung sistirt, so steigerte sich die Zahl der Herzschläge von 144 auf 180 in der Minute, gleichzeitig dilatirten sich beide Pupillen erheblich. Das Thier wurde getödtet und beide Augen mit starker Nicotinlösung benetzt. Es stellte sich eine starke Verengerung der Pupillen ein; dieselbe ging aber in dem vorher atropinisirten Auge schnell in eine ziemlich erhebliche Erweiterung über. In dem nicht atropinisirten Auge blieb die Verengerung länger bestehen und ging schliesslich in eine erheblich geringere Erweiterung über.

---

[23]) Virch. Arch. 1866. p. 291 — 301. Ueber Iris-Bewegung, u. Berl. klin. Wochenschr. l. c.

[24]) Die Urari-Lösung enthielt alles aus 0,5 Gramm eingedicktem käuflichen Safte durch 50 Ccm. Aq. dest. Ausziehbare.

Aus diesem Versuche geht

1) in Uebereinstimmung mit Gianuzzi[25]) hervor, dass bei Kaninchen die Oculomotorius-Enden, welche zu dem aus glatten Muskelfasern bestehenden Sphincter iridis treten, und der Iris-Sympathicus durch Urari auch dann noch nicht gelähmt werden, wenn die motorischen Nerven der willkürlichen Muskeln bereits in ihrer Wirkung versagen.
2) Reizung des Sphincter hebt die Wirkung des Sympathicus auf, vermindert sie jedenfalls erheblich.
3) Trotz Lähmung des Vagus-Stammes vermehrt CO^2-Anhäufung die Zahl der Herzschläge. Diese Thatsache kann entweder in einer Reizung des excitomotorischen Herz-Nervensystems oder in der hier constatirten Erregung des Sympathicus und der daraus resultirenden Gefäss-Contraction ihre Erklärung finden.

Exper. II.

Bei einem grossen weissen Kaninchen, dessen beide Augen atropinisirt worden waren, waren die Pupillen auf 9,62 Mm. im v., 10 Mm. im h. Dm.[26]) erweitert. Die Sympathici wurden freigelegt; beide Pupillen erweiterten sich bei elektrischer Reizung des Halsstranges beträchtlich. Es wurde schliesslich eine Lösung von Calabar-Extract[27]) subcutan injicirt. Nach 5 Minuten Zahl der Herzpulsationen 152, der Respirationen 72 in der Minute. Es liessen sich gleichzeitig kleine fibrilläre Zuckungen der willkürlichen Rumpfmuskeln wahrnehmen. An den Pupillen konnte indessen eine Veränderung ihrer Weite noch nicht wahrgenommen werden. Nach 11 Minuten fibrilläre Zuckungen der einzelnen Rumpfmuskeln deutlicher; die Nasenflügel spielten heftig, Respiration mühsamer, Zahl wie vorher 72 in der Minute; das Herz pulsirte dem Gefühle nach kräftiger; Zahl der Pulsationen 136 in der Minute. Beide Pupillen etwas verengt. Links 9 Mm. im v. und h. Dm., rechts 8 Mm. im v. und h. Dm.

Reizung des Sympathicus ergab beiderseitig eine leichte und deutliche Pupillendilatation; ebenso wurden die Arterien des linken Ohres durch elektrische Reizung des Sympathicus der-

---

[25]) Gianuzzi, Wirk. d. Curare auf das Nervensystem. Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1864. p. 321.

[26]) v = vertical, h = horizontal, Dm. = Durchmesser.

[27]) Das Calabar-Extract wurde aus 6 Calabarbohnen genau nach der Vorschrift Robertson's (l. c.) gewonnen. Erschöpfung des fein gepulverten Bohnen-Inhalts mit heissem Alkohol, Abdampfen zur Trockne bei gelinder Wärme im Wasserbade, Auflösung in wenig dest. Wasser.

selben Seite zum fast vollständigen Verschwinden ihres Lumens gebracht. Nach 10 Minuten lag das Thier im vollkommenen Tetanus da, die rechte Pupille hatte sich bis auf 7 Mm. im v. und h. Dm. verengt, die linke stärker atropinisirte[28]) blieb unverändert. Erweiterung der Pupillen und Verengerung der Gefässe auf Reizung des Sympathicus wie vorher; Respiration mühsam und beschleunigt; Zahl 162. Die Herzpulsationen schwer zu fühlen. Sie wurden deshalb an der blossgelegten Carotis gezählt, Zahl 118 in der M. Nach 30 Minuten hat sich die rechte Pupille auf 5 Mm. Dm. v. und h. verengt, die linke blieb unverändert. Die Zuckungen verloren etwas an Intensität, bestanden aber immerhin noch in erheblichem Grade fort. Die Herz-Pulsationen waren weder am Thorax zu fühlen, noch an der Carotis zu sehen, von ihrer Zählung wurde daher abgestanden. Die Zahl der Respirationen betrug 168 in der M. Gleichzeitig trat eine Entleerung von Faeces ein. Erweiterung der Pupillen, Verengerung der Gefässe auf Reizung der Sympathici nach wie vor. Nach 45 Minuten stellte sich eine Entleerung der Harnblase ein; Muskelcontractionen wie vorher; Reizung des Halsstranges bringt Pupillenerweiterung, ebenso Verengerung der Ohrgefässe hervor.

Es wurde jetzt Calabar-Extract unmittelbar in das rechte Auge eingeträufelt; nach einer Viertelstunde hatte sich die betreffende Pupille auf 3 Mm. verengt. Reizung des Sympathicus auf dieser Seite ergab Erweiterung. Nach $1^1/_4$ Stunde Herz-Pulsationen nicht zu zählen, Respiration mühsam, oberflächlich, Zahl 96 in der Minute, Muskelcontractionen in allen Muskelgruppen. Das Thier wird losgebunden, bleibt aber auf dem Bauche liegen, macht Anstrengungen zum Aufstehen, aber ohne Erfolg.

Das Thier wurde decapitirt; Zuckungen bestehen nach wie vor in den Rumpf- und Extremitätenmuskeln; excidirte Muskelstücke zucken ebenfalls lebhaft. Die Peristaltik des Darms ist vollkommen erhalten. Nach Eröffnung des Thorax contrahirt sich das Herz noch 48 Mal in der M.

Linke Pupille $7^1/_2$ Mm. im v. und h. Dm. Rechte Pupille $3^1/_2$ Mm. im v. und h. Dm. Reizung der Iris, direct durch

---

[28]) Die rechte Pupille war nach Atropininstillation in das linke Auge spontan weit geworden (wahrscheinlich durch Resorption des Atropin von der Schleimhaut des linken Auges aus und Aufnahme in den Blutkreislauf).

Aufsetzen der Electroden auf die Cornea, erzeugt auf der linken Seite leichter Pupillenerweiterung, als auf der rechten.

Dieser Versuch zeigt:

1) dass eine Lähmung des Sympathicus durch Calabar-Extract bei sonst ausgebildeten Symptomen der Calabar-Vergiftung weder hinsichtlich der Gefässmusculatur des Ohres noch hinsichtlich der Iris zu constatiren ist. Hieraus wiederum folgt, dass die Pupillenverengerung des schwach atropinisirten Auges nicht auf eine Sympathicus-Lähmung zu beziehen ist, sondern vielmehr auf einer Reizung entweder des nicht vollständig gelähmten Sphincter iridis oder der pupillenverengernden Nervenfasern beruhen muss, und es wird somit leicht erklärlich, warum bei dem stark atropinisirten Auge, wo die Oculomotorius-Fasern jedenfalls völlig[29]) gelähmt sind, die gewohnte Wirkung des Calabar auf die Iris fast gänzlich ausblieb;
2) dass trotz der ausgesprochensten Vergiftungssymptome die Pupille des gut atropinisirten Auges durch Calabar-Extract fast unverändert bleibt.

Exper. III.

Ein kleines weisses Kaninchen wurde auf beiden Augen durch Einlegen von Atropinkrystallen atropinisirt.

7 Uhr 9 M. betrug die Pupillengrösse beiderseits 8,26 Mm. im v. und h. Dm. Um diese Zeit wurden in das eine linke Auge vier quadratische Stücke kräftig wirkenden Calabarpapiers eingebracht. Um 7 Uhr 35 M. hatte sich denn auch die linke Pupille auf 7,66 Mm. im v. und h. Dm. verengt. Um 7 Uhr 45 M. begann diese Wirkung zu schwinden, die Pupille hatte sich wieder auf 8 Mm. erweitert. Die grösste Differenz zwischen der Pupille des atropinisirten und der des nachträglich mit Calabar behandelten Auges betrug demnach 0,6 Mm.

Dieser Versuch entspricht den Angaben v. Graefe's[30]) hinsichtlich des menschlichen Auges, dass die Verengerung der durch Atropin erweiterten Pupille vermittelst des Extracts der Calabarbohne unbedeutend und schnell vorübergehend ist. Sie kann unsrer durch das vorige Experiment hinlänglich gestützten Ansicht nach nur als Reizungserscheinung aufgefasst

---

[29]) S. Gruenhagen, Virch. Arch. l. c. p. 514. Electrische Reizung des Oculomotorius in der Schädelhöhle verursacht keine Pupillenverengerung im vorher atropinisirten Auge.

[30]) L. c.

und dann in doppelter Weise erklärt werden. Entweder beruht sie bei der unvollständigen Lähmung des Sphincter durch Atropin, welche für die reizende Wirkung des Calabar nicht unüberwindlich ist, auf einer Contraction dieses Muskels, oder auf Reizung des Trigeminus, der, wie aus einem Experimente von Gruenhagen folgt, die Pupille direct zu verengern im Stande ist, ohne motorische Fasern für den Sphincter iridis zu führen[31]). Eine Sympathicus-Lähmung ist nicht anzunehmen, da Reizung desselben deutliche Pupillendilatation auch in diesen Fällen veranlasst. Ich bemerke hier zum Voraus, dass zwischen einem Resultate des Experimentes II. und einem der später mitgetheilten ein Widerspruch besteht. Hier haben wir trotz guter Atropinisirung nach Einlegen von Calabarpapier eine wenn auch nur kleine Pupillenverengerung dennoch erhalten, in einem andern Falle wird man angegeben finden, dass nichts der Art bei subcutaner Injection einer starken Lösung des Calabar-Extractes zu beobachten ist. Dieser Widerspruch ist indessen nur scheinbar und wird im Experiment V seine Lösung finden.

Exper. IV.

Ein kleines, schwarzes Kaninchen wurde, nachdem sein linkes Auge atropinisirt worden war, durch hypodermatische Injection von Calabar-Extract vergiftet. Vor der Vergiftung betrug die Zahl der Pulsationen 164, der Athemzüge 44 in der Minute. Die linke Pupille war dilatirt auf $7^1/_2$ Mm. im v. und h. Dm. Die Vergiftung fand um 6 Uhr 39 M. statt. Um 6 Uhr 47 M. trat fast ohne alle vorangehende Anzeichen ein gesammter Tetanus des Thieres ein, mit welchem Respiration und Pulsation gleichzeitig schnell erlosch, während welches zugleich eine kurz andauernde Dilatation der rechten Pupille, also am nicht atropinisirten Auge, constatirt wurde. Das Thier starb schnell ab, Reizung des Halssympathicus gab weder für das rechte noch für das linke Auge Dilatation der Pupille. Fibrilläre Zuckungen, die kurz vor dem Tetanus in sehr schwachem Grade gefühlt werden konnten, entwickelten sich auch im spätern Verlaufe des Versuchs höchst unbedeutend. Um 7 Uhr maass die linke Pupille 5 Mm. im v., $4^1/_2$ im h. Dm., die rechte Pupille 3 Mm. im v., $2^1/_2$ im h. Dm. Directe Reizung beider Iris ergab schwache Dilatation links, gar keine rechts. Um 7 Uhr 14 M. hatte sich dagegen ein

[31]) S. o. p. 7.

Zustand der Iris eingestellt, in welchem beiderseits durch elektrische Reizung deutliche Dilatation beider Pupillen erhalten werden konnte. Die Dilatation der Pupille des linken Auges trat aber auch jetzt deutlicher zu Tage, als die Dilatation des rechten. Die Peristaltik des Darms war nach dem Tode des Thieres deutlich wahrzunehmen, 7 Uhr 15 M.

Entsprechend den von Gruenhagen gemachten Angaben beweist auch dieser Versuch von Neuem:

1) dass die Pupille des atropinisirten Auges auf directe Reizung der Iris sich leichter erweitert, als die des nicht atropinisirten, offenbar deshalb, weil der durch das Atropin gelähmte, resp. paretisch gewordene Sphincter der Pupillendilatation weniger hinderlich sein kann;
2) dass auch die Pupille des atropinisirten Auges sich einige Zeit nach dem Tode leichter erweitert, als augenblicklich nach Tödtung des Thieres. Letztere Erscheinung kann entweder so gedeutet werden, dass die Muskelfasern des Sphincter iridis durch Atropin nicht vollständig gelähmt worden sind und der Pupillendilatation also gleich nach erfolgtem Tode einen merklichen Widerstand entgegensetzen, oder dass eine noch bestehende Lebensfähigkeit des Trigeminus, welcher, wie häufig erwähnt, ebenfalls die Pupille zu verengern im Stande ist, hierbei in's Spiel kommt.

Wir werden Gelegenheit haben, bei den weiteren Versuchen darauf Rücksicht zu nehmen.

Exper. V.

Zwei grosse weisse Kaninchen waren am Tage vorher durch Einlegen von Atropinkrystallen beiderseitig atropinisirt worden. In das rechte Auge des einen wurden zwei quadratische Stückchen Calabarpapier, von denen eins ausreicht, um die Pupille eines normalen Kaninchenauges ad maximum zu verengern, in das rechte Auge des andern zwei kleine Schnitzel feines Seidenpapier eingelegt. Nach einiger Zeit hatten sich die rechten Pupillen beider Thiere im Verhältniss zu den linken Pupillen contrahirt; sie hatten eine ausgesprochene elliptische Form angenommen. Die Iris war stark injicirt, im Conjunctivalsack fand sich noch späterhin etwas gelblicher Eiter. Die Contraction beider Pupillen war gleich stark ausgesprochen.

Nach Verlauf von 12 Stunden hatten beide Pupillen ihre normale Grösse.

Das Ergebniss dieses Versuchs lehrt, dass die durch Calabarpapier im stark atropinisirten Kaninchenauge erzeugte Myosis nicht als Folge des Calabargiftes anzusehen ist, sondern als Folge der durch das Papier bewirkten localen Trigeminus-Reizung.

Exper. VI.

Zwei grosse weisse Kaninchen wurden, nachdem ihnen einerseits das Ganglion supremum n. sympathici exstirpirt, andererseits der Stamm des N. sympathicus am Halse blossgelegt worden war, gleichzeitig die Vorbereitungen zur künstlichen Respiration getroffen waren, das eine zunächst mit Curare, dann mit Calabar-Extract, das andere allein mit Calabar-Extract subcutan vergiftet.

Die schon am Tage vorher durch Einlegen von Atropinkrystallen stark erweiterten Pupillen beider Thiere verengerten sich durch die hypodermatische Injection von Calabar-Extract gar nicht. In dem mit Curare vergifteten Thiere war von den am andern Thiere leicht zu beobachtenden Folgeerscheinungen der Calabarvergiftung gar nichts oder doch nur äusserst wenig zu beobachten. Das Herz schlug hier im gleichen Rhythmus fort; die fibrillären Zuckungen der Muskeln fehlten fast gänzlich. Reizung des Sympathicus ergab deutliche Erweiterung der Pupillen. Die Vergiftungs-Erscheinungen, welche der Calabar-Vergiftung charakteristisch sind, fibrilläre Zuckungen und Pulsbeschleunigung, traten auch dann äusserst schwach zu Tage, als eine stärkere Dosis von Calabar-Extract von Neuem injicirt wurde. Bei dem andern nicht mit Curare vergifteten Thiere, bei welchem auch künstliche Respiration eingeleitet worden war, waren alle diese Erscheinungen auf's deutlichste ausgesprochen.

Bei Injection einer verdünnten Nicotin-Lösung trat sofort Verengerung der Pupillen ein. Reizung des Sympathicus blieb erfolglos. Die Pupillen konnten noch stärker verengt werden durch Einbringen von Nicotinlösung in den Conjunctivalsack.

Aus diesem Versuche geht hervor:

1) Da Calabar-Extract keine Pupillenverengerung in den beiden hier beschriebenen Fällen hervorbrachte und die in Exper III. und V. beobachtete geringe Myosis nicht als Folge der Calabarwirkung aufzufassen ist, so muss Calabar einzig und allein auf den Sphincter iridis und wahrscheinlich durch Reizung der

Oculomotorius-Enden einwirken. Sind letztere, was bei starker Atropinisirung regelmässig der Fall ist, völlig gelähmt, so vermag Calabar sie nicht mehr in Erregung zu versetzen, und das ist auch der Grund, weshalb Calabar im stark atropinisirten Kaninchenauge wirkungslos bleibt. Dass es aber gerade die Endigungen des Oculomotorius und nicht die glatten Muskelfasern des Sphincter iridis sind, welche von der Calabarwirkung betroffen werden, geht aus der zweiten Folgerung, die wir dem Exper. VI. entnehmen, mit nicht geringer Sicherheit hervor.

2) Calabar erzeugt nämlich offenbar die schon von Fick und Tachau erwähnten Muskelzuckungen durch Reizung der intramusculären Nervenenden. Dafür spricht nnabweislich der Umstand, dass dieselben völlig oder doch fast vollständig ausbleiben, wenn letztere durch Curare gelähmt worden sind.

Dass nicht die grösseren Nervenstämme etwa allein durch Calabar in Erregung versetzt werden, geht wiederum daraus hervor, dass excidirte Muskelstücke ebenfalls fortwährend kleine Zuckungen beobachten lassen. (Fick und Tachau.)

Aus diesem Experiment ergiebt sich endlich ebenso, wie früher, dass:

3) der Sympathicus durch Calabar gar nicht afficirt wird; denn einmal erzeugt seine Reizung durch den elektrischen Strom nach wie vor Pupillendilatation, andererseits beweist dies der Umstand, dass im gut atropinisirten Auge jede Spur einer Pupillenverengerung ausbleibt;

Resumiren wir kurz die gewonnenen Resultate, so glaube ich erwiesen zu haben, dass das Calabar-Extract den Iris-Sympathicus ebenso wenig lähmt, wie den der Ohrgefässe, dass es vielmehr einzig und allein den Sphincter iridis in Contraction versetzt, und zwar höchst wahrscheinlich durch Reizung der Oculomotorius-Enden.

Was nun die Wirkung des Nicotin auf die Iris anlangt, so wollen wir die hierauf bezüglichen Experimente sofort anschliessen und bemerken nur noch, dass aus den bereits mitgetheilten Exp. I. und VI. hervorgeht, wie Nicotin bei subcutaner Injection

1) die Wirkung des Iris-Sympathicus in der That aufhebt;

2) dass es schon in geringer Gabe eine bedeutende Myosis auch im atropinisirten Kaninchenauge hervorzubringen vermag, während sich eine starke Calabarvergiftung in dieser Beziehung völlig wirkungslos verhielt;
3) dass die durch subcutane Injection von Nicotin erzeugte Myosis noch verstärkt werden kann, wohlgemerkt bei schon eingetretener Wirkungslosigkeit der Sympathicus-Reizung, wenn man Nicotin direct in's Auge instillirt.

Exper. VII.

Einem grossen Kaninchen war die linke Pupille durch Atropin ad maximum dilatirt worden. Das Thier wurde mit Curare vergiftet und künstliche Respiration zur Erhaltung des Lebens eingeleitet. Als das Thier vollkommen reactionslos dalag, und Berührung der Cornea keinen Lidschluss mehr hervorrief, ein Zeichen, dass die Nervenleitung zu den äusseren Augenmuskeln aufgehoben war, konnte bei Einfallen von Licht in das rechte nicht atropinisirte Auge immer noch die normale Reaction, bestehend in einer kräftigen Contraction der Iris, wahrgenommen werden. Dieselbe blieb auch während der einstündigen Dauer des Versuchs ungestört und in gleichem Grade bestehen. Wurde die Athmung sistirt und bei genaunr Achtung auf die Herzpulsation die eine oder die andere Pupille betrachtet, so stellte sich constant mit Schwächung des Herzstosses eine sehr beträchtliche Dilatation beider Pupillen, auch der des atropinisirten Auges heraus. Diese wurde nicht mehr beobachtet, wenn das Ganglion supremum des N. sympathicus exstirpirt worden war. Das Thier wurde durch Sistirung der künstlichen Respiration getödtet. Nach etwa 10 Minuten maass die linke Pupille 7 Mm. im v. und 6,5 im h. Dm., die rechte v. 6 Mm., h. 5 Mm. Es wurden beide Augen nicotinisirt. Die rechte Pupille verengte sich im h. Dm. von 5 Mm. auf 4,5 Mm., 4 Mm. und 1,5 Mm.; im v. Dm. von 6 Mm. auf 4 Mm., 2,5 und 2 Mm.; die linke Pupille im h. Dm. von 6,5 auf 4 und 3 Mm., im v. Dm. von 7 auf 4,5 und schliesslich auf 4 Mm.

Nach einer halben Stunde maass die rechte Pupille h. 3,5, v. 4,5 Mm. Dm., die linke Pupille h. 7,5, v. 8,5 Mm.

Dieser Versuch beweist

1) Curare lähmt, wie schon in Exper. I. hervorgehoben, bei Kaninchen die den Sphincter iridis versorgenden Oculomotoriusfasern noch nicht, während es die zu den äusseren willkürlichen Augenmuskeln gehenden Primitiv-

fasern desselben Nerven bereits vollständig ausser Wirkung gesetzt hat. Ebenso wenig wird der Iris-Sympathicus durch dieses Gift gelähmt; denn es lässt sich die von Zelensky aufgefundene, hier bei Sistirung der künstlichen Respiration constatirte und von Hirschmann seltsamer Weise aus einer „Reizung der Medulla oblongata durch Dyspnoe" erklärte Vermehrung der Atropinmydriasis durch nichts Anderes als durch Reizung des Sympathicus erklären. Und zwar müssen die Ursprünge des Sympathicus im Centrum ciliospinale (Budge's) Sitz der Reizung sein, da die beschriebene Vermehrung der Pupillendilatation nach Exstirpation des Gangl. supr. n. sympathici ausblieb. Was den Ausdruck Hirschmann's „Reizung der Medulla oblong. durch Dyspnoe" betrifft, so dürfte damit vielleicht gemeint sein, dass die in Folge der Dyspnoe eintretende Anhäufung von Kohlensäure, oder, wie Rosenthal vorziehen würde zu sagen, der durch sie herbeigeführte Mangel an Sauerstoff, nach Sistirung der Athmung als Erregungsmittel des Sympathicus-Ursprungs angesehen werden muss.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich eine beiläufige Bemerkung nicht zurückhalten. Es scheint mir nämlich der Untersuchung wohl werth, zu entscheiden, ob die Sympathicus-Ursprünge im vorliegenden Falle direct durch die CO^2 oder indirect auf reflectorischem Wege in Erregung versetzt werden. Der Weg findet sich durch die bekannten Budge'schen[32]) von Bernard[33]) wiederholten Versuche, in welchen nachgewiesen wird, dass der Iris-Sympathicus durch elektrische Reizung gewisser hinterer Rückenmarkswurzeln reflectorisch erregbar ist, angedeutet.

2) Sämmtliche dilatirende Irisfasern müssen ihren Verlauf durch das Ganglion supr. nehmen, da nach Exstirpation desselben die Sistirung der künstlichen Respiration keine Vermehrung der Atropinmydriasis verursachte, welche nothwendig erfolgen müsste, wenn die Guttmann'sche[34]) Behauptung von der Existenz eines Centrum ciliocerebrale für Kaninchen Gültigkeit hätte.

---

[32]) Budge, Pr. Zeitg. 34. 1852. Experimenteller Nachweis für den Ursprung des N. sympathic. aus dem Rückenmark und „Ueber die Beweg. d. Iris" p. 104 u. fg.

[33]) Cl. Bernard, Des phénomènes oculo-pupillaires produits par la section du nerf sympathique cervical: ils sont indépendants des phénomènes vasculaires calorifiques de la tête. Compt. rend. LV. p. 305.

[34]) Centralalatt f. d. med. Wiss. 1864. p. 508.

3) Nicotin wirkt nach dem Tode des Thieres myotisch auch auf die Pupille des atropinisirten Auges. Die anfängliche Verengerung geht aber beim atropinisirten Auge schneller in eine erhebliche, bleibende Erweiterung über, als beim nicht atropinisirten. Nicotin verursacht also auch hier eine Erregung, die aber bei dem durch Atropin herbeigeführten paretischen Zustande der pupillenverengernden Kräfte, d. h. des Sphincter, resp. des Trigeminus, schneller in eine vollständige Lähmung übergeht.

Exper. VIII.

Einem mittelgrossen Kaninchen, dessen beide Augen atropinisirt worden waren, wurden beide N. sympathici am Halse freigelegt und nachdem ausserdem noch die Trachea entblösst worden war, eine bestimmte Menge (1 Ccm.) einer Curarelösung subcutan beigebracht. Nach einer Viertelstunde lag das Thier unbeweglich da und wurde nur durch künstliche Respiration am Leben erhalten. Elektrische Reizung des Hals-Sympathicus ergab beiderseits eine starke Pupillendilatation. Es wurde nun 1 Ccm. einer Nicotinlösung (Gtt. 4 auf 1 Ccm. Aq. dest.) subcutan injicirt und nach 2 Minuten das Auftreten kleiner Muskelcontractionen beobachtet. Nach 3 Minuten hatten sich die Pupillen beiderseits stark verengt. Reizung der Hals-Sympathici schien keinen Erfolg zu haben, bis die Elektroden des Schlittenapparats auf die ebenfalls freigelegten obersten Ganglien des Sympathicus aufgesetzt wurden. In diesem Falle konnte nun allerdings dennoch eine schwache Dilatation beider Pupillen erzielt werden. Dieselbe liess sich endlich noch wahrnehmbarer machen, wenn man die Elektroden direct auf den Bulbus applicirte. Nachdem das Thier getödtet worden war, wurden beide Augen mit concentrirter Nicotinlösung benetzt, und hierdurch nachträglich noch eine erhebliche Contraction beider Pupillen erreicht; dieselbe ging nach einiger Zeit allmälig zurück; die Pupillen erweiterten sich wieder.

Dieser Versuch zeigt von Neuem:

1) dass Nicotin bei subcutaner Injection den Einfluss des Sympathicus auf die Iris, auch für das atropinisirte Auge, gänzlich oder doch wenigstens fast ganz zu vernichten scheint.
2) Entsprechend den Angaben Hirschmann's erzeugt directe Reizung der Iris bei mit Nicotin vergifteten Thieren immer noch deutliche Dilatation der Pupille, wenn die-

selbe indirect durch Reizung des Halsstranges gar nicht oder doch nur schwer erhalten werden kann.

3) Nicotin-Lösung verengt die Pupille des durch subcutane Nicotin-Injection vergifteten und alsdann getödteten Thieres noch stärker. Da dieselbe sich nachträglich wieder erweitert, kann ihre Verengerung nicht als Folge einer lähmenden Wirkung des Giftes angesehen werden.

Exper. IX.

Einem kleinen weissen Kaninchen wurde der N. trigeminus auf einer Seite intracraniell durchschnitten (nach der Budge'schen Vorschrift l. c.). Die Cornea war danach gänzlich unempfindlich geworden, die Pupille stark verengt, die Iris stark mit Blut injicirt. Nach Ablauf einiger Zeit (etwa $^1/_2$ Stunde) hatte sich die Pupille wieder etwas dilatirt und reagirte auf einfallendes Licht ganz unzweifelhaft. Einträufeln von starker Nicotinlösung, was ohne alle Schmerzenszeichen ertragen wurde, verengte die Pupille schnell sehr stark und hob ihre Reactionsfähigkeit gegen Licht vollständig auf. Die Section ergab, dass der N. trigeminus im Gangl. Gasseri durchschnitten worden war. Hinzuzufügen wäre, dass am Nachmittage, zu welcher Zeit das Thier noch lebte und bereits eine diffus getrübte Cornea hatte, Nicotineinträufelung in den Conjunctivalsack die gewöhnliche Wirkung auf die wiederum etwas dilatirte Pupille nicht mehr auszuüben im Stande war.

Die Schlüsse, zu welchen dieser Versuch uns berechtigt, liegen auf der Hand.

1) Gleich nach Durchschneidung des Trigeminus bei Kaninchen treten Reizerscheinungen auf (starke Blutinjection der Iris, stärker als sie bei einfacher Lähmung des Sympathicus, d. h. bei Exstirpation des Ganglion supr. vorkommt), welche einige Zeit nach der Operation verschwinden. Dieses Wiederverschwinden deutet darauf hin, dass wir, wie schon früher (h. l. p. 12) ausgeführt, die Folgen der Trigeminusdurchschneidung als Reizerscheinungen und nicht als Lähmungserscheinungen aufzufassen haben. Die von Hirschmann-Rosenthal aufgestellte Theorie, dass der Sphincter bei plötzlicher Lähmung des Sympathicus durch Nicotin, oder, was ihnen gemäss den gleichen Erfolg haben müsste, bei plötzlicher Lähmung durch gleichzeitige Sympathicus- und Trigeminus-Durchschneidung, so zu sagen zusammenfahre und in dieser Contractur minutenlang verharre, wird wohl um so weniger Beachtung verdienen, als die Verengerung der Pupille bei Trigeminus-

Durchschneidung sich ebenso stark im atropinisirten als im nicht atropinisirten Auge entwickelt.

2) Gleich nach der Durchschneidung des Trigeminus wirkt Nicotin, local angewendet, ebenfalls immer noch als Myoticum, und nur, als die Iris in Folge der häufigen Proben eine vollständige Gewebsveränderung erfahren hatte, das heisst augenscheinlich vollkommen entzündet, gegen einfallendes Licht reactionslos war, versagte die Nicotin-Wirkung. Wäre die Theorie, welche Hirschmann und Rosenthal[35]) von derselben geben, richtig, so müsste die myotische Wirkung des Nicotin auch sofort nach der Durchschneidung des Trigeminus ausbleiben.

Exper. X.

Eine grosse Katze, deren rechtes Auge atropinisirt worden war, wurde mit Curare vergiftet und durch künstliche Respiration am Leben erhalten. Die Reizung der blossgelegten Sympathici ergab nach subcutaner Injection einer Nicotinlösung, welche übrigens von gar keiner Verengerung, weder im rechten noch im linken Auge, gefolgt war, keine Erweiterung der Pupille. Starke Nicotinlösung, in das eine nicht atropinisirte Auge gebracht, verengerte die Pupille desselben sehr erheblich. Directe Reizung der Iris dieses Auges ergab Dilatation; dieselbe war aber ungleichmässig und so beschaffen, wie sie sich beim Eintritt des Absterbens zu gestalten pflegt.

Hieraus geht hervor, dass die locale Wirkung des Nicotin auf die Katzen-Iris zweifellos unabhängig vom Sympathicus sein muss. Denn einerseits war der Sympathicus, dem mitgetheilten Experimente zufolge, gelähmt, da bei dem Ausbleiben jeder Spur einer Pupillen-Verengerung ein der Sympathicus-Wirkung entgegenstehender Antagonismus des Sphincter resp. Trigeminus hier unmöglich angenommen werden kann, andererseits wurde trotzdem bei localer Anwendung des Nicotin eine höchst bedeutende Myosis erhalten.

Exper. XI.

Eine kleine Katze wurde curarisirt und die künstliche Respiration eingeleitet. Nachdem die Vergiftung sich vollständig entwickelt hatte, brachte Reizung des Halsstranges immer noch Dilatation der stark erweiterten Pupille hervor. Nicotin, in das eine Auge hineingebracht, verengerte die Pupille desselben in

---

[35]) S. h. l. p. 3 u. fg.

Zeit von 15—20 Minuten von 6 Mm. Dm. v. und h. auf 4 Mm. Der Verengerung ging eine erhebliche Erweiterung der Pupille auf 9 Mm. zuvor. Die Verengerung bestand noch am folgenden Tage im exstirpirten Auge fort. Die Pupille des intact gebliebenen Auges maass auch nach dem Tode 8 Mm. im v. und h. Dm.

Dieser Versuch ergiebt somit:

1) Curare lässt den Sympathicus bei Katzen, ebenso wie bei Kaninchen, zu einer Zeit noch ungelähmt, in welcher die Nerven der willkürlichen Muskeln bereits vollständig functionsunfähig geworden sind.
2) Es wird durch Nicotin eine bleibende Veränderung des Iris-Gewebes eingeleitet (wie sie z. B. auch in der Conjunctival-Schleimhaut des mit Nicotin behandelten Auges stattfindet).
3) Durch Nicotin-Einträufelung in den Conjunctivalsack des Katzenauges scheint der Sympathicus entweder in seiner peripherischen Endausbreitung, oder reflectorisch, oder endlich direct in irgend welchen Punkten seines Verlaufs gereizt zu werden. Die beiden letzteren Annahmen müssen vor der Hand noch gleichberechtigt neben einander bestehen bleiben. Gegen die erstere spricht entschieden der Umstand, dass Nicotin am Auge des getödteten Thieres niemals eine Veränderung der Pupillenweite hervorruft[36]). Eine stärkere Lähmung des Sphincter iridis durch Nicotin kann die mitgetheilte Thatsache darum nicht erklären, weil sich die gleiche Wahrnehmung auch im atropinisirten Katzenauge machen lässt.

Exper. XII.

Eine grosse Katze wurde chloroformirt und durch subcutane Injection von Morphium aceticum-Solution in dauernder Narcose erhalten. Eine starke Nicotin-Solution, welche hypodermatisch beigebracht wurde, tödtete das Thier sehr rasch, ohne die stark erweiterte Pupille um eine merkliche Spur zu verengern. Reizung des Hals-Sympathicus blieb erfolglos. Nicotinlösung, in das eine Auge des todten Thieres gebracht, contrahirte die auf 12 Mm. erweiterte Pupille auch nach Verlauf von 2 Stunden gar nicht.

---

[36]) Neue Versuche ergeben, dass die erwähnte Pupillen-Dilatation nicht nur in dem mit Nicotin benetzten Auge, sondern gleichzeitig auch in dem andern intact gebliebenen Auge erscheint. Gruenhagen.

Dieses Experiment glaube ich in folgender Weise verwerthen zu können. Da Nicotin die Katzenpupille gleich nach dem Tode nicht verengt, so kann die bei localer Anwendung dieses Giftes während des Lebens verursachte Myosis [37]) nichts mit einer Sphincter-Reizung zu thun haben, sonderu muss ebenso wie die nach Entleerung des Humor aqueus entstehende Pupillen-Verengerung durch eine hier jedenfalls periphere Reizung des Trigeminus, beziehungsweise des Irisgewebes [38]), erklärt werden.

Exper. XIII.

Eine kleine Katze wurde mit Curare vergiftet und durch künstliche Respiration am Leben erhalten. Die erweiterten Pupillen reagirten nach der subcutanen Nicotin-Injection auf Reizung des Sympathicus nicht mehr, während sie vor derselben sehr leicht auf die nämliche Welse zur Dilatation gebracht werden konnten. Concentrirte Nicotin-Solution, auf das eine Auge applicirt, verengte die Pupille desselben von 8 auf 1 Mm. Dm. Directe Reizung der Iris erweiterte sie nur äusserst wenig. Nach dem Tode des Thieres blieb die Pupille des nicht nicotinisirten Auges auf 8 Mm. Dilatation stehen; die Pupille des nicotinisirten Auges erweiterte sich allmälig auf 5 Mm. im v. und 4 Mm. im h. Dm.

Der vorstehende Versuch dient nur zur Bestätigung einiger früherer Angaben.

1) Wie schon aus den Experimenten X., XI., XII. zu ersehen war, verursacht subcutane Nicotin-Injection bei der Katze auch nach diesem Versuche keine irgendwie erhebliche Pupillen-Verengerung.

---

[37]) Bei Wiederholung der unter X., XI. und XIII. beschriebenen Versuche stellte sich heraus, dass, mochten die Thiere (Katzen) nun durch Morphium betäubt oder durch Curare gelähmt sein oder sich endlich in normalem Zustande befinden, mochten die Augen derselben atropinisirt sein oder nicht, die oben erwähnte kräftige Myosis bei localer Application des Nicotin in sehr zahlreichen Fällen nicht eintritt. Gleichzeitig fand ich, dass die Benetzung des Katzenauges mit Creosot, seine Anätzung mit Arg. nitr. etc. niemals, wie im Kaninchenauge (s. u. p. 25 u. fg.), Myosis zur Folge hat. Ich gestehe, dass ich diese Inconstanz der Erscheinungen vollständig zu erklären noch nicht im Stande bin, halte es aber für sehr wahrscheinlich, dass die bei Katzen und Hunden sehr unentwickelte Functions-Fähigkeit des Irisgewebes hierbei eine wesentliche Rolle spielt. Bekanntlich verengert die intracranielle Durchschneidung des Quintus die Pupille dieser Thiere gar nicht (h. l. p. 9). Gruenhagen.

[38]) Gruenhagen, Berl. klin. Wochenschr. l. c. p. 253

2) Bei directer Nicotinisirung des Auges wird auch die Pupillendilatation durch directen Reiz erheblich erschwert.
3) Der Sympathicus wird bei Katzen unzweifelhaft nach subcutaner Beibringung von Nicotin gelähmt (vielleicht in Folge einer vorangegangenen Ueberreizung. S. Exp. XI.).

Hieraus lässt sich mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass auch bei Kaninchen der Sympathicus durch subcutane Injection von Nicotin, allgemeiner ausgedrückt, durch Aufnahme von Nicotin in das Blut, gelähmt werden wird.

Exper. XIV.

Bei einem grossen grauen Kaninchen, dessen eines Auge am Tage vorher atropinisirt worden war, wurden beide Augen 15 Minuten nach dem Tode mit concentrirter Nicotin-Lösung benetzt. Die anfängliche Verengerung beider Pupillen (auf 2—3 Mm. Dm.) ging im Verlaufe von 14 Minuten in eine starke, bleibende Erweiterung von 7 Mm. im v. und h. Dm. über.

Die in diesem und vorher in Exper. I. erwähnte Pupillendilatation nach einer vorangehenden Myosis ist als eine Folge der Sphincter- oder Trigeminus-Ertödtung aufzufassen. Die Pupillen erweitern sich schneller nach Nicotin-Application, als sie es von selbst nach dem Tode des Thieres thun würden, weil Nicotin eben als kräftiger Reiz den Sphincter resp. Trigeminus tödtet.

Nicht zu verhehlen ist, dass die Erscheinungen der Nicotin-Wirkung auf die Iris sich sämmtlich aus einer Reizung des Trigeminus erklären lassen, und, diese Möglichkeit vorausgesetzt, von einer reizenden Wirkung auf den Sphincter abgesehen werden kann. Die starke Myosis, welche bei Application einer concentrirten Nicotin-Lösung auf das Auge eintritt, würde hiernach eine Folge stärkerer Trigeminus-Reizung sein, und zwar, da sie auch im exstirpirten Auge vorhanden ist, der peripheren Trigeminus-Enden. Da indessen Nasse[39]) bei Nicotin-Injection in's Blut einen Tetanus der Darmmusculatur erfolgen sah, ebenso eine örtliche Zusammenziehung bei Betupfung des Darmrohrs mit Nicotin (s. u. Exp. XV.) eintritt, da ferner der Trigeminus bekanntlich sehr schnell abstirbt, die glatte Musculatur der Iris jedoch längere Zeit lebenskräftig bleibt, so ist es immerhin möglich, dass die Wirkung des Nicotin auf das exstirpirte Auge und natürlich also auch zu einem Theil auf das im lebenden Thierkörper belassene Auge

[39]) Beiträge zur Physiologie der Darmbewegung p. 50.

durch Reizung der glatten Muskelfasern des Sphincter zu erklären sein wird.

Exper. XV.

Einem kleinen weissen Kaninchen wurde der Kopf abgeschnitten. Die anfänglich verengten Pupillen erweiterten sich in einem vor jeder Verdunstung geschützten Raume in Zeit einer Stunde beträchtlich (gerade so weit, als sie nach Exstirpation des Gangl. supr. bei Atropin-Mydriasis während des Lebens sein würden). Zwölf Stunden nachher wurden die beiden Corneae mit einer concentrirten Nicotin-Lösung betupft. Es erfolgte keine Spur von Pupillenverengerung oder Pupillenerweiterung. Betupfung des lebenden Dünndarms mit verdünnter ebensowohl, als mit concentrirter Nicotin-Lösung führte zu kräftiger localer Contraction des Darms, die nachträglich wieder zurückging. Betupfung eines Dünndarmstückes, welches einem am Tage vorher getödteten Kaninchen entnommen wurde, mit denselben Lösungen blieb ohne allen Erfolg.

Wir haben diesen Versuch angestellt, um einen Einwand, der uns in Hinsicht gewisser Thatsachen gemacht werden könnte, ein für alle Mal zu beseitigen. Es steht fest, dass Nicotin, in verdünnter Lösung auf das atropinisirte oder nicht atropinisirte Auge eines lebenden Kaninchen gebracht, die Pupille desselben schnell und kräftig verengt, ausserordentlich stark aber, wenn es in concentrirter Lösung in den Conjunctivalsack instillirt wird. Das nämliche Resultat ist zu erhalten, wenn man Nicotin in letzterer Form auf die Cornea eines frisch getödteten Thieres träufelt.

Es kann nun fraglich erscheinen, ob diese starke, auch im Auge des getödteten Thieres nachweisbare myotische Kraft auf einem vitalen Processe beruht oder auf mechanischem Wege vermöge der Eigenschaft des Nicotin, in starker Concentration begierig Wasser anzuziehen, kurz durch Gewebsschrumpfung, zu Stande kommt. Zwar könnte hinsichtlich der Iris die Gegenwart des Humor aqueus als Gegengrund für die letztere Annahme geltend gemacht werden; man könnte als ferneren Gegengrund die der Pupillenverengerung folgende Pupillenerweiterung anführen. Alles dies wird jedoch durch das oben mitgetheilte Experiment überflüssig, in welchem sich herausgestellt hat, dass concentrirtes Nicotin auf das Gewebe einer völlig abgestorbenen Iris und Darmmusculatur gar keinen Einfluss ausübt und nachträglich weder Myosis noch Mydriasis erzeugt.

Fassen wir wie oben in Betreff der Wirkung des Calabar-Extractes geschah, jetzt die Ergebnisse sämmtlicher Versuche

in Betracht der Nicotin-Wirkung auf die Iris kurz zusammen, so stellt sich Folgendes heraus:

1) Nicotin, innerlich angewendet, wirkt lähmend auf den Sympathicus (möglicherweise durch Ueberreizung).
2) Bei Katzen kommt die myotische Wirkung des Nicotin nur bei localer Anwendung zur Geltung; subcutan beigebracht hingegen bleibt diese Wirkung trotz völliger Lähmung des Sympathicus fast vollständig aus.
3) Die myotische Wirkung des Giftes hängt auch bei subcutaner Application nicht mit Sympathicus-Lähmung zusammen, sondern ist vielmehr, wie bereits hinlänglich ausgeführt wurde, die Folge einer Reizung, deren Sitz entweder in den glatten Muskelfasern des Sphincter iridis selber, oder in den Irisfasern des Trigeminus gesucht werden muss. Wir haben, um der letzteren Frage näher zu kommen, die jetzt folgenden Versuche angestellt, und werden die daraus zu ziehenden Schlüsse unserm Plane gemäss am Ende eines jeden besprochen werden.

Exper. XVI.

Ein grosses mit Curare vergiftetes Kaninchen, dessen beide Augen atropinisirt worden waren, dem ferner das Ganglion supremum des N. sympathicus linkerseits exstirpirt worden war (die rechte Pupille maass h. 8 Mm., v. 9 Mm., die linke nach Exstirpation des Gangl. supr. h. 7, v. 8 Mm.), wurde durch künstliche Respiration am Leben erhalten. Sobald dieselbe für einige Augenblicke sistirt wurde, trat, bei gleichzeitigem Erscheinen schwacher Contractionen der Rumpfmuskeln, eine bedeutende Dilatation der rechten Pupille bis auf 12 Mm. im v. und h. Dm. ein. Die linke Pupille blieb unverändert. Bei öfterer Wiederholung des Versuchs stellte sich stets das nämliche Resultat heraus. Schliesslich wurden die Corneae beider Augen an der Sclerotico-Corneal-Gränze mit Creosot so betupft, dass die Pupillen der Beobachtung vollkommen zugänglich blieben. Beide Pupillen verengten sich nach kurzer Zeit sehr erheblich (3—4 Mm.) Als nun die Athmung abermals sistirt wurde, konnte man nach Eintritt der Kohlensäurevergiftung rechterseits eine schwache Dilatation der Pupille beobachten, nicht aber linkerseits.

Aus diesem Experimente geht hervor:

1) was wir bereits aus Versuch VII. ersehen haben, dass nämlich sämmtliche dilatirende Nervenfasern der Iris im Ganglion supr. n. sympathici verlaufen.

2) Creosot bewirkt bei Application auf die Cornea, ähnlich wie Nicotin, eine starke Verengerung der Pupille des atropinisirten Auges. Die Verengerung wird nicht von einer Lähmung des Halsstranges begleitet, da sie sich einerseits auf beiden Seiten, also auch auf der, auf welcher das Ganglion supr. exstirpirt worden war, in gleich starkem Grade documentirte, andererseits die Kohlensäure-Vergiftung durch Sistirung der künstlichen Athmung auf der unverletzten Seite eine nachträgliche Pupillendilatation zu bewirken im Stande war. Es bleibt die Frage, ob Creosot nur dadurch, dass es sich dem Humor aqueus beimischt und so direct mit dem Sphincter iridis in Berührung kommt, Myosis erzeugen könne, oder, ob noch eine andere Möglichkeit vorhanden sei, den Einfluss dieses Aetzmittels auf die Weite der Kaninchenpupille zu erklären. Mit einigem Grunde wäre mindestens daran zu denken, dass die beschriebene Wirkung durch Reizung des Trigeminus, sei es direct[40]), sei es auf reflectorischem Wege zu Stande komme, letzteres vielleicht um so mehr, als Creosot sich schwer und dann nur in geringem Grade mit Wasser mischt, und schon darum nicht so schleunig in den Humor aqueus gelangen dürfte, als es die Schnelligkeit, mit welcher sich die Pupille nach Anätzung der Cornea durch genanntes Aetzmittel zusammenzieht, erfordert.

3) Die Wirkung des Creosot bleibt nicht aus, wenn auch sämmtliche dilatirende Nervenfasern der Iris durch Exstirpation des Gangl. supr. n. sympathici in ihrer Continuität unterbrochen worden sind.

Exper. XVIa.

Ein grosses weisses Kaninchen wurde decapitirt, beide in diesem Falle nicht atropinisirte Augen exstirpirt. Das eine wurde rings an der Sclerotico-Corneal-Grenze mit Creosot bestrichen. Die Pupille erweiterte sich von 3,58 Mm. v. Dm., 3 Mm. h. Dm. auf 4,4 resp. 3,3 Mm. Nachträgliches Benetzen desselben Auges mit Nicotin verengte dieselbe Pupille bis auf 3 Mm. v. Dm. und 2 Mm. h. Dm. Späterhin erweiterte sie sich von Neuem.

---

[40]) Unter directer Trigeminus-Reizung verstehe ich in diesem Falle die Reizung der Trigeminusfasern, welche von der Aetzung einmal in ihrem Laufe zur Iris an der Sclerotico-Corneal-Grenze betroffen oder, wenn das Creosot sich dennoch dem Humor aqueus schleunig genug beimischen sollte, in der Iris selbst gereizt werden könnten.

Das andere Auge wurde erst längere Zeit nach dem Tode mit Nicotin behandelt. Die Pupille erweiterte sich alsbald.

Ich glaube aus diesem Versuch den Schluss ziehen zu können, dass die Creosot-Myosis mit einer Erregung des Sphincter iridis direct gar nichts zu schaffen hat, und, dass die Myosis, welche es im Kaninchenauge während des Lebens hervorruft, wahrscheinlich als Reflexphänomen auf den Iris-Trigeminus zu betrachten ist. Wäre Creosot ein Reizmittel des Sphincter pupillae and dränge es wirklich durch die Cornea hindurch bis in den Humor aqueus, so müsste es seine myotische Wirkung auch im exstirpirten Auge entfalten.

Exper. XVII.

Ein grosses weisses Kaninchen war beiderseits durch Atropin mydriatisch gemacht, rechterseits war das Ganglion supremum exstirpirt worden. Nachdem das Thier durch subcutane Injection einer Curarelösung bewegungslos gemacht, und darauf die künstliche Respiration eingeleitet worden war, wurde von Neuem constatirt, dass bei Sistirung der Athmung und nach Eintritt der Kohlensäurevergiftung zwar linkerseits eine erhebliche Pupillendilatation erfolgte, rechterseits dagegen ausblieb. Es wurde alsdann ein Viertel des Umfangs der Sclerotico-Corneal-Grenze des linken Auges mit einem Höllensteinstifte geätzt und gefunden, dass sich die Pupille des betreffenden Auges von einem v. Dm. von 7,19 Mm. und einem h. von 6,15 Mm. im Zeitraum weniger Minuten auf 6,8 resp. 5,2; dann auf 4,22 und 4,22, endlich auf 2,36 resp. 2,5 Mm. zusammenzog. Elektrische Reizung des linken Auges ergab zunächst eine schwache Dilatation der Pupille, dann eine bleibende, nicht sehr beträchtliche Verengerung. Das Thier wurde getödtet, und, nachdem die linke Pupille eine Ruhestellung eingenommen hatte, die Schädelhöhle geöffnet und das Gehirn herausgenommen worden war, auch die Sclerotico-Corneal-Grenze des linken Auges fast im ganzen Umfange mit Höllenstein geätzt; es blieb hier die Verengerung der Pupille aus. Als nach einiger Zeit Nicotin in dasselbe Auge eingebracht wurde, erweiterte sich im Verlauf einer halben Stunde die Pupille von 3,5 Mm. im v. und 3 Mm. im h. Dm. auf 6,5 Mm. im v. und 6,5 Mm. im h. Dm.; die Pupille des rechten Auges hatte sich auf 3,18 Mm. Dm. v. und h. erweitert.

Dieser Versuch beweist:

1) Ebenso wie Creosot wirkt auch Argentum nitric., in Sub-

stanz, auf die Iris. Er schliesst jedoch keineswegs aus, dass an eine directe Reizung der Iris durch Arg. nitric. in Substanz nicht mehr zu denken wäre, wenn auch schon die myotische Wirkung des Aetzmittels in dem Auge des getödteten Thieres ausblieb. Die Pupille hatte sich, so könnte man einwenden, eben spontan schon zu stark verengt. (Siehe jedoch Exp. XVIa.)

2) Statt einer Verengerung durch Nicotin erfolgte hier von vorn herein im Auge des todten Thieres eine Erweiterung der Pupille. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl nur in einer schnellen, durch kräftige Reizung herbeigeführten vollständigen Lähmung der pupillenverengernden und schon theilweise durch Atropin gelähmten Kräfte des Auges (Lähmung des Sphincter resp. Trigeminus) zu suchen. Daran, dass Nicotin vielleicht mechanisch schrumpfend auf das Irisgewebe einwirke, kann nach Exper. XV. nicht mehr gedacht werden.

Exper. XVIII.

Das rechte Auge eines grossen grauen Kaninchens war am Vormittage durch Einlegen vieler Atropinkrystalle mydriatisch gemacht worden. Am Nachmittage zeigte sich die Pupille verhältnissmässig wenig dilatirt, obschon sie völlig unbeweglich war. Einlegen von neuen Atropinkrystallen verengte sie anfangs noch mehr; nichtsdestoweniger verursachte die Reizung des Halssympathicus auf der betreffenden Seite eine deutliche Dilatation der Pupille. Es wurde nun ein Tropfen einer Nicotinlösung (6 Tropfen Nicotin auf 3 Ccm. Wasser) in das nicht atropinisirte Auge gebracht. Die Pupille verengerte sich rasch bis auf $2^1/_2$ Mm. im v. und h. Dm. Reizung des Sympathicus der betreffenden Seite ergab trotzdem noch Pupillendilatation. Als nun ein Tropfen von reinem Nicotin auf dasselbe Auge applicirt wurde, verengte sich die Pupille auf 1 Mm. Dm. Reizung des Halsstranges blieb von nun an erfolglos, ebenso bis auf eine kleine Spur eben merklicher Dilatation die directe Reizung der Iris. Das andere atropinisirte Auge zeigte bei seiner Besichtigung ebenfalls eine starke Verengerung der Pupille, obschon kein Nicotin in dasselbe eingebracht worden war. Die Myosis war hier nicht so bedeutend, wie in dem andern Auge; auch hier war die Reizung des Halssympathicus von keinem Erfolge begleitet. Directe Reizung der Iris mit elektrischen Strö-

men brachte eine deutlichere Dilatation als im andern Auge hervor. Gleich nach der Application des reinen Nicotin, von der wir oben berichtet haben, wurden starke Zuckungen und eine vorübergehende Dyspnoe bemerklich. Das Thier wurde getödtet und reines Nicotin auf das atropinisirte Auge gebracht; die Pupille desselben verengte sich nach kurzer Zeit noch stärker. Nach Ablauf einer halben Stunde hatten sich die verengten Pupillen beiderseitig stark erweitert.

Aus diesem Versuche ersieht man:

1) Der chemische oder mechanische Reiz, den Atropinkrystalle, wenn sie in grösserer Menge in das Auge eingebracht werden, auf die Trigeminus-Ausbreitung der Augenoberfläche ausüben, ist so stark, dass sie, bei gleichzeitiger Lähmung des Sphincter und daraus resultirender Mydriasis, sei es nun durch directe oder durch reflectorische Reizung des Trigeminus, das Zustandekommen einer Pupillendilatation ad maximum zu verhindern vermögen. Obschon nun zwar schwerlich daran zu denken ist, dass die oben erwähnten Wirkungen des Creosot und wohl auch des Argent. nitr. auf eine directe Sphincter-Reizung zu beziehen wären, so wird diese Meinung durch die Erfahrung, welche man bei Einlegen von Atropin-Krystallen leicht gewinnt, erst recht unwahrscheinlich, da Atropin sicher nicht unter die Sphincter-Reize gezählt werden dürfte. Wir erinnern hier gleichzeitig an Exp. V., wo Einlegen von Papier in den Conjunctivalsack eines Kaninchens ebenfalls Verengerung der Pupille zur Folge hatte.
2) Nicotin wirkt, direct in's Auge der Kaninchen gebracht, zunächst als Aetzmittel, wie Creosot, Argent. nitr. und Atropin in Krystallen, reflectorisch oder direct auf die Trigeminus-Enden der Iris und führt eine anfänglich ohne Sympathicus-Lähmung bestehende Myosis herbei. Nach erfolgter Resorption des Giftes und Aufnahme desselben in den Kreislauf von der Conjunctival-Schleimhaut aus wird der Sympathicus nachträglich gelähmt.

Exper. XIX.

Ein kleines weisses Kaninchen wurde beiderseitig stark atropinisirt und zwischen drittem und viertem Halswirbel, ausserhalb des Trigeminus-Ursprunges also, decapitirt. Nach Eröffnung der Schädelhöhle verursachte Zerren des Trigeminus eine kräftige Verengerung der bis dahin noch weit gebliebenen

Pupillen. Es folgt hieraus, dass der Trigeminus, entsprechend den Angaben Bernard's, Oehl's u. a., pupillenverengernde Fasern führt. —

Werfen wir nun auf die Resultate, die wir aus unseren sämmtlichen Versuchen gewonnen haben, einen kurzen Rückblick, so ergiebt sich, dass die myotische Wirkung des Calabar-Extractes definitiv nur als Folge einer (wahrscheinlich durch Erregung der Oculomotorius-Enden bedingten) Sphincter-Contraction anzusehen ist. Es ergiebt sich ferner für Nicotin, dass die myotische Wirkung dieses Giftes bei localer Application auf das Auge ausschliesslich als Reizerscheinung entweder des Trigeminus allein, oder, was wenigstens für die Iris von Kaninchen, Hammeln und Ochsen[41]) Wahrscheinlichkeit hat, des Trigeminus und gleichzeitig der glatten Muskelfasern des Sphincter iridis aufgefasst werden muss, dass dieselbe andererseits bei subcutaner Injection, oder nach Resorption von den Schleimhäuten aus (auch von der Conjunctiva), nebenher noch von einer Lähmung des Sympathicus begleitet sein kann. Selbst bei subcutaner Application des Nicotin ist aber die darauf folgende Myosis niemals allein auf eine Lähmung des Iris-Sympathicus zurückzuführen, sondern muss der Hauptsache nach durch Reizung des Trigeminus, beziehungsweise des Sphincter pup. erklärt werden. Es liegt somit auf der Hand, dass wir uns mit der von Rosenthal, Hirschmann, Bernstein-Dogiel rertretenen Auffassung bei dieser Sachlage nicht im Einklange befinden können, sondern vielmehr erachten müssen, dass ihre an und für sich nicht hinlänglich erwiesene Annahme, weil unrichtig, auch gar nicht erwiesen werden könne.

Was endlich den Iris-Trigeminus der Kaninchen anlangt, so erachte ich für nahezu festgestellt, dass er einer directen Einwirkung auf die Iris ohne jede Vermittelung des Sphincter pupillae fähig ist, und, dass dieser Einfluss sich in doppelter Weise äussert: 1) in einer Lockerung des Iris-Gewebes und einer dadurch bedingten Elasticitäts-Verminderung, 2) in Aufhebung des Gefässtonus. Das erstere folgere ich daraus, dass die während des Lebens nach Entleerung des Humor aqueus und nach Nicotin-Instillation in das Auge entstandene Myosis auch nach dem Tode fortdauert, daraus ferner, dass Durchschneidung (Reizung, s. o.) des Trigeminus bei Kaninchen eine Gefässinjection der Iris setzt, wie sie die einfache Lähmung des Hals-Sympathicus niemals im Gefolge hat; dass letztere glaube

[41]) Berl. Klin. Wochenschr. l. c. p. 252.

ich deshalb schliessen zu können, weil der Einfluss des Hals-Sympathicus auf die Iris, bei gleichzeitiger Trigeminus-Reizung durch Aetzmittel, wie Creosot, Argent nitr., Nicotin etc., fast gänzlich, unter Umständen sogar vollkommen, aufgehoben wird. (Elektrische Reizung des Halsstranges, so wie Reizung seiner Ursprünge durch CO^2 erweitert unter diesen Umständen die Pupille wenig oder gar nicht. Dies ist auch, wie Gruenhagen[42]) gezeigt hat, nach Entleerung des Humor aqueus der Fall, und scheinen überhaupt diese Operation und jene Aetz mittel identische Wirkungen zu haben.)

Die Frage, ob Nicotin bei localer Application auf das Auge den Sphincter pupillae gleichzeitig mit dem Trigeminus erregt, muss insofern offen bleiben, als ein definitiver Entscheid erst nach vollständig sicherem Ausschluss des Trigeminus gegeben werden kann, die Exstirpation eines Auges aber, dessen Pupille sich bei Betupfung der Cornea mit Nicotin contrahirt, hierfür keine hinlängliche Sicherheit bietet.

Ausdrücklich ist endlich nochmals zu betonen, dass die genannten Myotica bei localer Application auf das Auge ihre kräftigen Wirkungen nicht durch Lähmung des Sympathicus zu Wege bringen, sondern vielmehr sämmtlich Reizmittel sind, dass also die durch sie herbeigeführte Myosis ein spastischer Zustand ist.

Schliesslich bleibt mir noch die angenehme Pflicht zu erfüllen, denjenigen meine aufrichtige Dankbarkeit auszudrücken, deren gütige Unterstützung die vorliegende Arbeit so wesentlich gefördert hat, und ohne deren Freundlichkeit es mir wohl kaum gelungen wäre, meine Aufgabe dieser für mich wenigstens so befriedigenden Lösung entgegenzuführen. Zuvörderst gebührt mein Dank Herrn Prof. v. Wittich für die Bereitwilligkeit, mit der er mir einerseits in seinem Laboratorium zu experimentiren gestattete, andererseits die zu meinen Untersuchungen nothwendigen Instrumente und Präparate zur Disposition stellte, sodann Herrn Dr. Gruenhagen für die Leitung, die er meinen Untersuchungen und die Hülfe, die er mir bei ihrer Deutung angedeihen liess.

Nachschrift.

Suchen wir uns die Theorien auf, welche sämmtliche Erscheinungen der Iris-Bewegung zu umfassen vermöchten, so würden wir, je nachdem die Existenz eines Dilatator pupillae angenommen wird oder nicht, je nachdem ferner dem Iris-Trigeminus die eine oder die andere Function beigelegt wird,

---

[42]) Virch. Arch. Bd. XXX. p. 112.

deren vier aufzuführen haben. Nach der einen würde Verengerung der Pupille (zunächst bei Säugethieren) einmal durch Reizung des Oculomotorius und Contraction des Sphincter pupillae, andererseits durch Lähmung des Halssympathicus, beziehungsweise des Dilatator pupillae entstehen. Nimmt man weiter an, dass der Dilatator pupillae auch vom Ganglion Gasseri n. trigemini her mit Nervenfasern versorgt wird, so könnte man glauben, auch den Einfluss dieses Nerven auf die Iris (der Kaninchen) erklärt zu haben. Da es nun aber unleugbar feststeht, dass im Ganglion Gasseri des Kaninchens pupillenerweiternde Nervenfasern nicht entspringen, so lässt sich auch die Myosis, welche der Trigeminus-Durchschneidung folgt und die bei Exstirpation des Ganglion supremum n. sympathici entstehende an Intensität erheblich übertrifft, nicht auf eventuelle Lähmung des Dilatator beziehen.

Will man die der Trigeminus-Durchschneidung folgende Pupillen-Enge durchaus als Lähmungs-Erscheinung angesehen wissen, so könnte man behufs Aufstellung einer zweiten Theorie der Iris-Bewegung sich der Schiff'schen[43]) Ansicht erinnern, wonach der Quintus zum Auge in demselben Verhältnisse, wie der Halsstrang zum Kaninchenohre steht, und meinen, dass die Erschlaffung der Gefässmusculatur, welche nach Schiff die Durchschneidung des Trigeminus begleitet, Ursache der Pupillen-Enge wäre. Man könnte eben nur diese Muthmaassung zu vertheidigen im Stande sein und dürfte vor Allem nicht daran denken, die stärkere Blutfüllung und die grössere Drehung der erschlafften Gefässe durch den Blutdruck zur Deutung der fraglichen Myosis heranzuziehen, da sich, wie ich jetzt finde, auch die Pupille des decapitirten Kaninchens bei Trigeminus-Durchschneidung (s. o. p. 29. Exp. XIX.) contrahirt. Ja es kann auch die Pupillen-Enge des Kaninchenauges nach der Decapitation, welche übrigens gleich intensiv erscheint, mag die Pupille durch Atropin vorher mydriatisch gemacht worden sein oder nicht, nur dem Einflusse dieses Nerven zugeschrieben werden. Da dieselbe nämlich auch im atropinisirten Auge auftritt, ist sie unmöglich als Folge einer Oculomotorius-Reizung aufzufassen. Der Oculomotorius ist im atropinisirten Auge jedenfalls vollständig gelähmt; da ferner Durchschneidung des Halssympathicus oder Erstirpation des Ganglion cervicale supremum nur eine sehr unbedeutende Pupillen-Verengerung hervorruft, kann auch die mit der Decapitation verbundene Lähmung dieses Nerven nur wenig mit der

[43]) Unters. zur Physiol. d. Nervensyst. p. 151.

fraglichen Erscheinung zu schaffen haben. Der Sphincter pupillae endlich kann durch die Decapitation kaum in einen erregten Zustand gerathen, weil weder Anämie des Auges noch CO^2 Anhäufung (s. o. Exp. VII.) Reizmittel für seine Fasern sind. Schliesslich tritt die Pupillen-Enge nach Decapitation um so schleuniger ein, je näher dem Ursprunge des Trigeminus der trennende Eingriff (h. l. Exp. XIX.) stattfindet; hierdurch ist aber ein positiver Grund gegeben, dieselbe auf einen Einfluss dieses Nerven zu beziehen.

Huldigt man nun der Schiff'schen Ansicht in Betreff der Function des Iris-Trigeminus, so könnte man, wie schon bemerkt, geneigt sein, die Ursache der Pupillen-Enge nach Decapitation in einer Lähmung der Iris-Gefäss-Musculatur zu suchen. Hiergegen spricht aber ganz entschieden der Umstand, dass elektrische Reizung des Trigeminus allein niemals eine Erweiterung der Kaninchen-Pupille veranlasst. (Die Reizung wird zweckmässig an solchen Thieren vorgenommen, deren Gangl. supr. vor längerer Zeit exstirpirt, deren Iris-Sympathicus somit vollständig functionsunfähig geworden ist.) Auch die zweite Theorie muss demgemäss aufgegeben und die Function des Iris-Trigeminus in anderer Weise definirt werden.

Herr Rogow hat bereits auf meine Veranlassung die Gründe angegeben, wesshalb die der Trigeminus-Durchschneidung folgende Myosis und Injection der Irisgefässe als Reizerscheinungen aufzufassen seien, es kann also hier von ihrer Wiederholung Abstand genommen werden. Herr Rogow hat ferner (h. l. p. 6) auseinandergesetzt, warum dem Trigeminus Nervenfasern, welche den Sphincter pupillae zur Contraction anregen könnten, kaum zuzusprechen sein dürften. Es bleibt daher nur übrig, ihm eine Einwirkung auf das nicht musculöse Gewebe der Iris zu vindiciren und diese in einer Elasticitäts-Verminderung mit gleichzeitiger Aufhebung des Gefäss-Tonus bestehen zu lassen. Auch hierfür sind durch Herrn Rogow Thatsachen beigebracht worden (h. l. p. 21). Nimmt man nun hierzu den Umstand (Exp. XVI. h. l. p. 26 u. p. 30), dass Reizung des Trigeminus die Pupillen-Dilatation bei Sympathicus-Reizung am Halse erschwert, sogar mitunter aufhebt, so liegt es nahe, hieraus ein antagonistisches Verhalten des Trigeminus dem Sympathicus gegenüber zu erschliessen; ein Verhalten, welches ja auch andern sensibeln Nerven eigen zu sein scheint. Fügt man ferner hinzu, dass der Halssympathicus entschieden Nerven zur Iris der Kaninchen führt (Exstirpation des Gangl. supr. hat bei weissen Kaninchen eine stärkere Injection der Iris zur Folge), dass die Gefässnerven des

Kaninchenkopfes nach Schiff[44]) und Budge[45]) mit den pupillenerweiternden Fasern zusammen aus der Regio ciliospinalis entspringen [Bernard[46]) giebt neuerdings für Hunde das Gegentheil an; jedoch stehen seine Untersuchungen über den Ursprung der Gefässnerven mit Schiff (l. c.) in directem Widerspruch], dass Reize, welche ganz vorzugsweise die Gefässmusculatur zur Contraction bringen, auch Pupillendilatation erzeugen [Ergotin nach Klebs[47])], vermag man endlich den Dilatator pupillae nicht nachzuweisen, so bleibt, glaube ich, die von mir[48]) behauptete Theorie als einzig brauchbare übrig. Wenn ich in derselben die Pupillenerweiterung nach Reizung des Halsstranges für eine Folgeerscheinung der Irisgefäss-Contraction erkläre, so soll damit indessen die Möglichkeit einer noch andern Deutung nicht ausgeschlossen sein. Es wäre zu einer Zeit, in welcher die Contractilität nicht mehr für ein gültiges Kennzeichen des Muskelgewebes angesehen werden kann, sondern den verschiedensten Gebilden zuzukommen scheint, kaum angebracht, eine Contractilität auch nicht musculöser Partien des Irisgewebes für undenkbar zu erachten[49]).

Gruenhagen.

---

[44]) L. c. p. 167.

[45]) Ueber die Bewegung der Iris, p. 119.

[46]) Bernard, l. c.

[47]) Virch. Arch. Bd. XXXII. Ueber die Wirkung des Kohlenoxyds auf den thierischen Organismus.

[48]) Ueber d. Vork. eines Dilat. pup. Diese Zeitschr.

[49]) Betreffs der oben angeführten Angaben Budge's, Schiff's und Cl. Bernard's muss ich hier auf eine bald erscheinende Arbeit Salkowsky's verweisen, der auf meine Veranlassung die Experimente der genannten Forscher, insoweit sie sich auf den Nachweis eines Centrum ciliospinale inferius Budge's resp. Centrum oculospinale Bernard's beziehen, einer Controle unterwarf und durch sehr einfache, ohne bedeutende Blutung einzuleitende Versuche fand, dass weder das eine noch das andere Centrum an der angegebenen Rückenmarks-Gegend existirt (vom 5.—6. Halswirbel bis zum 4. Brustwirbel), sondern dass Gefäss-Nerven des Kopfes und pupillendilatirende Nervenfasern, beide ihren Ursprung aus der Medulla oblongata nehmen.

Der Haupt-Versuch besteht darin, dass einem mit Curare vergifteten, durch künstliche Respiration am Leben erhaltenen Kaninchen das Rückenmark halbseitig zwischen 3. und 4. Halswirbel oder zwischen Occiput und Atlas mit einer Staarnadel durchschnitten wird. Sodann lässt man mit der Athmung einhalten und bemerkt, dass die (h. l. p. 16 u. 25) erwähnte Pupillen-Dilatation des atropinisirten Auges auf der operirten Seite ausbleibt, auf der andern dagegen in gewohnter Weise eintritt. Auf der operirten Seite sind die Ohrgefässe mächtig injicirt.

Zur Irisbewegung.

Erwiderung an Herrn Dr. Gruenhagen.

Von

Dr. J. Bernstein.

In dem 2. und 3. Hefte des 28. Bandes dieser Zeitschrift (p. 172) erwähnt Hr. Dr. Gruenhagen in einem Anhang zu seinem Aufsatze „Ueber das Vorkommen eines Dilat. pup. ...“ die von Herrn Dr. Dogiel und mir angestellten Versuche „Ueber die Wirkung einiger Gifte auf die Iris“. Hr. Dr. Gruenhagen befindet sich in dem irrigen Glauben, dass wir ihm die Ansicht unterschöben, nach welcher die Erweiterung der Pupille nicht durch Muskelaction zu Stande komme. Dieser Irrthum ist lediglich hervorgerufen durch das im Med. Centralbl. p. 453 enthaltene Referat über unsere Versuche. In unserer bezüglichen Mittheilung haben wir vielmehr den Namen des Hrn. Dr. Gruenhagen gar nicht genannt.

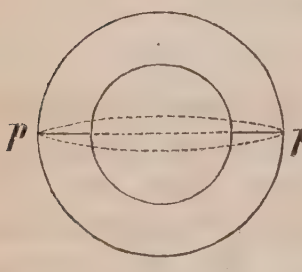
Bei dieser Gelegenheit möchte ich mir erlauben, die Methode etwas näher zu beschreiben, nach welcher wir in unsern Versuchen beliebig durch directe elektrische Reizung des Auges Verengerung der Pupille erzielten, da es mir nicht vergönnt war, in dem vorhin erwähnten kurzen Bericht unserer Versuche dies durch eine Zeichnung deutlich zu machen.

Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass directe Reizung des Auges am lebenden Thiere nicht immer von einem constanten Erfolge begleitet ist, nahmen wir dieses Experiment nur an dem eben getödteten Thiere vor, an welchem keine Reflexe mehr vorhanden sind. Wie wir vermuthen, liegt die Ursache des inconstanten Erfolges in dem Kampf entgegenwirkender Kräfte. Es werden hierbei nicht allein die pupillenerweiternden und verengenden Muskelfasern erregt, sondern auch die sensibeln Fasern des Trigeminus, welche reflectorisch auf die Irisbewegungen einwirken. Man erhält daher bald

Erweiterung, bald Verengerung der Pupille, bald gar nichts, kurzum es ist dies am lebenden Thiere kein reiner Versuch.

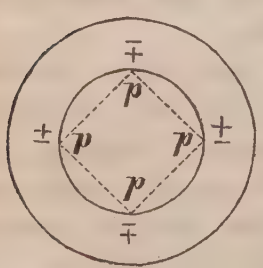
Nun suchten wir nach einem Mittel, an dem Auge des eben getödteten Thieres durch directe Reizung beliebig Verengerung und Erweiterung der Pupille hervorzurufen. Eine schon lange bekannte Erscheinung ist es (wenn ich nicht irre, von Budge zuerst angegeben), dass man an dem ausgeschnittenen Kaninchenauge durch directe Reizung Erweiterung der Pupille erhält und zwar am stärksten, wenn man die beiden Elektroden auf den äussern Rand der Cornea diametral gegenüberstellt, wie dies in Fig. 1. durch die Puncte $p\,p'$ angedeutet ist. Es ist klar, dass bei dieser Anordnung die Strömungscurven grösster Intensität (die punctirten Linien) nahezu parallel sind mit einem grossen Theil der pupillenerweiternden Fasern, die radial gelegen sind. (Man mag einen besondern Dilatator annehmen oder nicht, die pupillenerweiternden Fasern müssen immer radial in der Iris liegen.) Dagegen werden die Fasern des Sphincter von diesen Curven senkrecht getroffen und nur von Curven von geringerer Intensität parallel durchströmt. Daher kommt es denn, dass bei diesem Versuch an einem eben getödteten Thiere stets Erweiterung der Pupille eintritt.

Fig. 1.



Um nun die Ströme stärkerer Intensität allein auf den Sphincter einwirken zu lassen, setzten wir, wie es Fig. 2 zeigt, 4 Elektroden $p\,p\,p\,p$ auf die Cornea gerade oberhalb des innern Randes der Iris und zwar in der Weise, dass die diagonal gegenüberliegenden Elektroden $\pm$ mit dem einen, die Elektroden $\mp$ mit dem andern Pole der secundären Rolle des Inductions-Apparates in Verbindung waren.

Fig. 2.



Man sieht leicht ein, dass die den Verbindungslinien $p\,p$ nahe liegenden Curven grösster Intensität hauptsächlich auf die Fasern des Sphincter wirken müssen und in der That sieht man bei Anwendung dieser Doppelelektroden jedesmal eine beträchtliche Verengerung der Pupille eintreten.

Was nun die Wirkung des Atropins anbetrifft, so überzeugten wir uns davon, dass durch die Reizung des Oculomotorius in der Schädelhöhle an einem atropinisirten Auge keine Verengerung der Pupille eintritt, was allerdings auch

von Herrn Dr. Gruenhagen angegeben wird. Allein wir unterliessen nicht, auch zu constatiren, dass hierbei von dem Oculomotorius der andern unvergifteten Seite jedesmal deutliche Verengerung erzielt werden konnte. Dieser Umstand wird Keinem unwichtig erscheinen, der da weiss, was bei solchen Versuchen, zumal bei Vivisectionen, ein einziges negatives Resultat zu bedeuten hat.

Wir stellten ferner fest, dass das Atropin keine lähmende Einwirkung auf die Muskelfasern des Sphincter habe. Zu diesem Zwecke wird ein Auge des Kaninchens bis zum Maximum der Wirkung atropinisirt, dann das Thier getödtet und nach dem Verschwinden aller Reflexe werden die Doppelelektroden in der beschriebenen Weise aufgesetzt. Es tritt auch hier Verengerung der Pupille ein und zwar in demselben Maasse, als dies am Auge der unvergifteten Seite der Fall ist.

Erst aus diesen mit allen Cautelen angestellten Versuchen, glaube ich, war man berechtigt einen Schluss zu ziehen, und wir folgerten demnach: dass das Atropin weder den Nervenstamm des Oculom. noch die Muskelfasern des Sphincter lähme, sondern einzig und allein die **Nervenenden** des Oculomotorius.

Heidelberg, den 23. December 1866.

Die Gelenke des Kaninchens.

Von

A. Böger in Göttingen*).

Beim Kaninchen sind von den möglichen Gelenkverbindungen folgende realisirt:

I. Gelenke, deren Flächen Theile von Rotationskörpern repräsentiren.

A. Einaxige Gelenke.

1. Winkelgelenk, Ginglymus. Die Gelenkflächen stellen Theile von soliden resp. Hohlcylindern dar.

2. Schraubengelenke. Dieselben sind bei weitem die häufigsten und vielleicht lassen sich bei genauer Untersuchung alle Gelenke des Kaninchens auf diesen Typus zurückführen. Die Schraubenspindeln sind, wie es scheint, an der rechten Körperhälfte sämmtlich dexiotrop, an der linken läotrop.

Die Steigungen der Schrauben sind meist sehr gering. Anstatt die Knochen auf einander Ganglinien ziehen zu lassen, kann man die seitlichen Rollenränder mit Vortheil als natürliche Ganglinien ansehen.

3. Kegelgelenke. Sie sind stets durch zwei oder mehrere Gelenke repräsentirt, deren Flächen annähernd als sehr kleine Theile eines Kegelmantels betrachtet werden können. Die Bewegungen nähern sich daher den einfachen eines Ginglymus.

B. Zweiaxige Gelenke.

4. Walzengelenk. Die Gelenkfläche entspricht Abschnitten von ellipsoidischen Rotationskörpern. Eine Axe

---

*) Die vorliegende Arbeit habe ich auf Anregung des Herrn Prof. W. Krause im Frühjahr 1866 zu Ende geführt, und sage ich meinem verehrten Lehrer für seine Unterstützung den besten Dank.

— die Hauptaxe — ist meist beträchtlich länger als die andern. Die Bewegung erfolgt in merklichem Grade nur um zwei auf einander senkrechte Axen, deren eine die Hauptaxe ist.

5. Sattelgelenke. Jede Gelenkfläche ist in einer Richtung concav, in einer andern convex. Ist die eine Gelenkfläche sehr viel grösser als die andere, so braucht die Concavität der letzteren nicht sehr deutlich ausgesprochen zu sein. Die Gelenkflächen entsprechen Abschnitten eines Rotationshyperboloids.

C. Mehraxige Gelenke.

6. Kugelgelenke, Arthrodien. Die Bewegungen der Gelenkflächen, welche kleine Theile von Kugeln darstellen, können um beliebig viele Axen ausgeführt werden.

II. Gelenke mit ebenen Flächen.

7. Straffe Gelenke, Amphiarthrosen. Die Flächen sind annähernd Ebenen von stets nur geringem Durchmesser. Sie können wahrscheinlich richtiger als Schraubengelenke betrachtet werden. Die Bewegungen sind durch zahlreiche Hemmungen mittelst starker Ligamente sehr beschränkt.

Kiefergelenk.

Das Kiefergelenk ist ein combinirtes Gelenk und alle Bewegungen erfolgen bei Kaninchen in dem links- und rechtsseitigen Gelenke gleichzeitig und gleichmässig. Das Gelenk besteht aus dem Processus condyloideus des Unterkiefers, der, von beiden Seiten her flach zusammengedrückt, zugleich birnförmig ist. Die grösste Axe desselben erstreckt sich von hinten nach vorn, seine grösste Breite und sein kolbiges Ende zeigt der Gelenkkopf am vordern Rande. Zwischen demselben und der Fossa glenoidalis liegt ein biconcaver Zwischenknorpel. Seine untere Fläche repräsentirt annähernd einen Theil einer Hohlkugel, seine obere hat eine fast ohrförmige Gestalt. Der vordere Rand ist mit grösserem Radius beschrieben, als der hintere; beide Ränder springen hervor, so dass die obere Fläche des Knorpels in der Richtung von hinten nach vorn concav gekrümmt erscheint; von links nach rechts dagegen erscheint sie convex. Die Fossa glenoidalis ist an ihrer lateralen Seite in der Richtung von hinten nach vorn schmaler als an ihrer medialen; sie ist ebenfalls in doppelter Richtung gekrümmt, entsprechend dem Zwischenknorpel, wie bei einem Sattelgelenk; doch sind die Krümmungen flacher und weniger ausgeprägt. Von vorn nach hinten ist sie convex, von links

nach rechts concav. Sie liegt vor, zum Theil zwischen den beiden Wurzeln des Processus zygomaticus ossis temporum.

Das Gelenk wird von einer straffen Faserkapsel umgeben; besondere Verstärkungsbänder sind nicht vorhanden. Da der Gelenkkopf annähernd als einem Cylinder von beträchtlichem Durchmesser und geringer Höhe angehörend betrachtet werden kann, so ergiebt sich für die Oeffnungs- und Schliessungs-Bewegung ein nicht unbeträchtlicher Umfang. Die mögliche Oeffnungsweite des Mundes beträgt bei grossen Thieren mehr als 2 Cm. Distanz der Schneidezähne. Diese Bewegung erfolgt um eine horizontal und transversal gelegene Axe vorzugsweise zwischen Gelenkkopf und Zwischenknorpel. Einseitiges Vorschieben des Unterkiefers kommt nicht vor, das Vor- und Rückwärtsrutschen geschieht hauptsächlich durch Bewegung des Zwischenknorpels von vorn nach hinten. Annähernd können die Fossae glenoidales als parallele Rinnen betrachtet werden, deren Boden ziemlich eben ist; in denselben bewegt sich der Unterkiefer nebst Zwischenknorpel ähnlich wie ein Schlitten vor- und rückwärts mit einer Genauigkeit, für welche die dachförmige Abnutzung der Backzähne als das sprechendste Zeugniss angesehen wird. — Der Zwischenknorpel enthält hyalinen Knorpel und feste Bindegewebsmassen.

Gelenkverbindungen der Wirbel.

Kopfgelenke.

Erstes Kopfgelenk. Die Gelenkflächen der Massae laterales des Atlas und der Processus condyloidei ossis occipitis bilden zusammen einen Ginglymus. Die überknorpelten Processus condyloidei ossis occip. haben eine genau retortenförmige Gestalt; ihre Gelenkflächen sind convex, der breite, den Bauch der Retorte darstellende Theil derselben befindet sich am Uebergange der Partes laterales ossis occip. in die Pars basilaris. Die entsprechenden Gelenkflächen der Massae laterales des Atlas sind ebenfalls retortenförmig, aber leicht concav; sie liegen medianwärts von den Processus transversi, und steigen vorn und hinten ein wenig an; das hintere Ende ist etwas nach aussen gedreht.

Zur Befestigung des Gelenks dient ein ziemlich straffes Kapselband. Die Bewegungen im ersten Kopfgelenk sind nur um eine transversale Axe möglich. Der Bewegungsumfang (Neigung des Kopfes nach vorn) beträgt fast 90^0.

Zweites Kopfgelenk. Der cylindrische, von beiden Seiten etwas zusammengedrückte Zahnfortsatz des Epistropheus

dreht sich zwischen dem transversalen Theil des Lig. cruciatum und dem Arcus anterior atlantis um eine verticale Axe. Dieselbe bildet zugleich die Axe eines Kegels, von dessen Mantel sehr kleine Stücke durch die beiden Gelenke zwischen den Processus obliqui des ersten und zweiten Halswirbels realisirt sind. Die Gelenkflächen der unteren Processus obliqui atlantis sind birnförmig und leicht concav, ihr spitzeres Ende sieht nach vorn; ihre Fläche ist nach unten, etwas nach hinten und medianwärts gekehrt, die der oberen Processus obliqui des Epistropheus sind convex; sie liegen unmittelbar neben dem Zahnfortsatz und haben die Form rechtwinkliger Dreiecke mit abgerundeten Winkeln. Die Hypothenuse der Dreiecke beschreibt einen schwach nach hinten concaven Bogen. Der Bandapparat des zweiten Kopfgelenks wird hauptsächlich durch das Lig. cruciatum repräsentirt. Dasselbe verbindet die Seitentheile des Atlas, indem es den Zahn des Epistropheus überbrückt. Von der Mitte dieser Brücke geht ein Fortsatz zum vorderen Umfang des Foramen occipitale magnum, ein anderer zum Körper des Epistropheus.

Am Processus odontoides sind dann noch drei nach aufwärts gehende Bänder, ein mediales und zwei laterale. Das mediale, Lig. suspensorium dentis, geht von der Spitze des Zahns zum vorderen Rande des Hinterhauptlochs, die lateralen Ligg. alaria von den Seiten der Zahnspitze zur medialen Fläche der Processus obliqui ossis occip. Die Gelenke zwischen Processus obliqui des ersten und zweiten Halswirbels werden durch Kapselbänder befestigt.

Wirbelgelenke.

Die Wirbelkörper werden mit einander verbunden durch die Zwischenwirbelbandscheiben, Ligamenta intervertebralia. Ihre Form ist, wie die der oberen und unteren Fläche der Wirbelkörper, d. h. oval, nach vorn abgerundet convex, nach hinten mit einer leichten Concavität. Sie bestehen aus Bindegewebe und elastischen Fasern mit eingestreuten Knorpelzellen (welche letzteren aber nur in geringer Menge vorhanden sind und nach dem Centrum zu sich finden) und einem gelatinösen Kern, welcher dem hintern Rande näher liegt als dem vorderen. Die Fasern, welche den Kern umgeben, sind theils concentrisch, theils senkrecht angeordnet, woraus der wechselnde optische Eindruck bei wechselnder Beleuchtung resultirt. Die Bandscheiben nehmen von oben nach unten an Dicke zu und die der Lendenwirbel zeigen eine bedeutende

Mächtigkeit, welche an den Schwanzwirbeln wiederum sich verringert.

Zur Befestigung der Wirbel unter einander dienen ausserdem noch folgende Bänder: Das Ligamentum longitudinale anterius; dieses Band nimmt seinen Anfang vom Tuberculum anticum atlantis, läuft in der Mittellinie der Wirbelsäule an der Vorderfläche der Wirbelkörper herunter und stellt einen dünnen, schmalen Streifen dar, welcher besonders den Wirbelsynchondrosen fest anhaftet. Am bedeutendsten ist es in den Zwischenräumen der Processus spinosi anteriores des letzten Brust- und der beiden ersten Lendenwirbel, welche es ausfüllt und hier auf diese Art den Ligamenta interspinalia auf der Rückenseite analog wird. Nach abwärts wird es dann immer schmaler und verschwindet endlich an den letzten Schwanzwirbeln.

Das Ligamentum longitudinale posterius. Analog dem vorhergehenden findet sich dieses Band an der hinteren Fläche der Wirbelkörper im Wirbelkanal; es beginnt am Epistropheus und bildet die Fortsetzung der das Ligamentum cruciatum bedeckenden fibrösen Membran, welche von der vorderen Peripherie des Hinterhauptlochs sich auf die hintere Fläche des Körpers vom Epistropheus erstreckt; es ist straff gespannt und haftet besonders den Synchondrosen der Wirbel fest an; sein Ende findet es im Innern des Os sacrum.

Die Ligamenta flava. Diese Bänder finden sich am hinteren Theile der Wirbelbögen, um die zwischen je zweien bleibenden Zwischenräume auszufüllen. Die gelben Bänder beider Seiten entspringen vom untern Theile der Vorderfläche der Wirbelbogen, verlaufen ab- und medianwärts zum oberen Theile der nächst unteren Wirbelbogen und vereinigen sich in der Mittellinie. Sie haben eine gelbe Farbe und bestehen ganz aus elastischen Fasern.

Ligamenta interspinalia und intertransversaria. Es sind fibröse Bandmassen, welche die Zwischenräume der Processus spinosi und transversi ausfüllen, und deren Entwicklung mit der Entwicklung jener Fortsätze gleichen Schritt hält.

Ligamentum supraspinale besteht aus festen Strängen des dorsalen Randes der Ligamenta interspinalia und setzt sich über die Processus der Lenden- und Rückenwirbel fort.

An den auf- und absteigenden Processus obliqui der Wirbel finden sich zur Befestigung Kapselbänder. Die Processus obliqui haben eine fast verticale und ebene Gelenkfläche.

Die Bewegungsaxe der Wirbelsäule verbindet die Kerne der Ligamenta intervertebralia mit einander. Alle Bewegungen

erfolgen durch Beugungen und Torsion der genannten Linie. Die Beugungen sind seitliche, nach vorn und hinten. Stets ist eine geringe Torsion mit den Beugungen verbunden und umgekehrt. Die Gelenke zwischen den Processus obliqui der benachbarten Wirbel sind Amphiarthrosen und gestatten durch Verschiebung benachbarter Wirbel gegen einander die geschilderten Bewegungen.

Bei der fast senkrechten Stellung der Gelenkflächen ist die Torsion so wie seitliche Beugung zwischen je zwei Wirbeln beim Kaninchen ausserordentlich unbedeutend und die Beugung nach hinten resp. vorn ist in etwas ausgedehnterem Maasse nur an den Hals- und Lendenwirbeln, nicht aber an den Rückenwirbeln ausführbar.

An dem Schwanztheile sind sämmtliche Bewegungen in ausgedehntem Maasse möglich, namentlich die Beugung nach hinten, nicht aber die Beugung nach vorn. Die Hemmungen für letztere bilden die starken Ligg. dorsalia.

Gelenkverbindungen des Brustkorbes.

Articulatio costo-vertebralis. Die Capitula sämmtlicher Rippen stehen mit den Foveae articulares der Wirbelkörper in Verbindung. Sie bilden das hintere Ende der Rippen und sitzen auf einem rundlichen Halse, Collum costae, welcher von dem breiteren Mittelstück durch einen kleinen Höcker, Tuberculum costae, abgegrenzt wird; ihre Gelenkflächen sind kugelig. Die Foveae articulares werden gebildet durch die Combination zweier Gelenkflächen, von denen die eine am oberen, die andere am unteren Ende der Seitenränder der Brustwirbelkörper sich befindet, so dass sich die nächst untere allemal mit der nächst oberen des folgenden Wirbels vereinigt. Die Gelenke werden von einer straffen Kapsel umgeben. Die Articulationes costo-vertebrales sind an sich Arthrodien, die Bewegung wird aber sehr beschränkt durch die folgenden Gelenke.

Articulatio costo-transversaria. Die zehn oberen Rippen tragen an ihrem Tuberculum eine kleine Gelenkfläche zur Gelenkverbindung mit dem Processus transversus des zugehörigen Rückenwirbels. Ein straffes Kapselband, Ligamentum costo-transversarium, dient zur Befestigung.

Diese Gelenke sind an sich Amphiarthrosen. Zusammen mit den Articulat. costo-vertebrales aber stellen sie Kegelgelenke dar. Die Axe des Kegels geht vom Capitulum aus durch das mediale Ende jeder Rippe in der Richtung von oben und hinten nach unten und vorn und zugleich stark lateralwärts.

Je weiter nach unten, desto stärker sind die beschriebenen Bewegungsaxen abwärts geneigt. Vom Kegelmantel sind in den Articulat. costo-transversariae nur sehr kleine Stücke realisirt.

Articulatio sterno-costalis. Die Knorpel der sieben oberen Rippen verbinden sich mit dem Brustbein durch eben so viel Amphiarthrosen, nachdem sich die Knorpel der siebenten, achten und neunten Rippe mit einander vereinigt haben. Indem durch das Sternum die neun obersten Rippen beider Seiten mit einander verbunden werden, entsteht der knöcherne Brustkorb, an dessen Aufbau sich noch die Rückenwirbel und drei untersten Rippen betheiligen. Bewegungen sind im Brustkorb nur möglich um die beschriebenen Bewegungsaxen der Rippen. Durch beiderseitige Compensation der Componenten, welche die einzelnen Rippen vermöge der Respirationsmuskeln zugleich lateralwärts, nach oben und etwas nach vorn führen würden, bleibt wesentlich nur die Bewegung nach oben übrig, welche das ganze Sternum mitmacht. Nach vorn und lateralwärts wird eine gleichzeitige geringe Bewegung durch die Torsions-Elasticität der Rippenknorpel ermöglicht.

Gelenkverbindungen der oberen Extremität.

Schultergelenk. Das Schultergelenk ist annähernd eine Arthrodie. Der überknorpelte Gelenkkopf des Humerus stellt kein Kugelsegment dar. Durchschneidet man ihn in der Ebene der sagittalen und transversalen Axe, so erhält man keine Kreissegmente, sondern erkennt in der Peripherie eine Spirale. Nach vorn geht der Gelenkkopf des Humerus in zwei durch eine Furche, Sulcus intertubercularis, getrennte Höcker über, von denen der mediale das Tuberculum minus, der laterale das Tuberculum majus ist.

Die Cavitas glenoidalis für das Schultergelenk findet sich an der Spitze des Collum scapulae; sie hat die Form eines Dreiecks mit abgerundeten Winkeln. Kurz vor dem Scheitel des Dreiecks sieht man eine Einschnürung, so dass derselbe wie ein Fortsatz der Gelenkfläche sich ausnimmt. An und neben dem Scheitel ist eine kleine Hervorragung, Tuberculum supraglenoidale.

Die Gelenkverbindung des Oberarms mit der Scapula stellt sich her durch eine fibröse Kapsel, welche verstärkt wird durch ein von der Spitze und vorderen Seite des Gelenkpfannenrandes entspringendes Ligament, das sich an den Uebergang des Caput humeri in das Tuberculum minus ansetzt; ferner an der lateralen Seite durch das Ligamentum claviculo-

humerale, d. h. die laterale Hälfte der Bandmasse, welche die Clavicula einschliesst.

Alle Bewegungen sind im Schultergelenk möglich, nur eine bedeutende Abduction ist durch das an das Tuberculum minus sich ansetzende Verstärkungsband nicht gestattet. Fasst man die Stellung des Gelenkkopfs des Humerus zur Stellung der Gelenkrolle im Ellbogengelenk in's Auge und construirt man zu dem Ende die Axen der beiden Gelenkenden, so wie des Mittelstücks, um auch das Verhältniss der ersteren zu letzterem in ihrer Stellung zu erkennen, so ergiebt sich Folgendes: Die Axe des Oberarmkopfs bildet mit der der Rolle (in dieselbe Ebene projicirt) einen Winkel von 78^0, mit der Diaphyse einen Winkel von 114^0. Die Axe der Cubitalrolle steht zur Diaphysenaxe senkrecht.

Ellbogengelenk. Das Ellbogengelenk ist ein Schraubengelenk; es wird gebildet durch das untere Gelenkende des Humerus und die oberen des Radius und der Ulna. Das untere Gelenkende des Humerus ist eine Rolle und gleicht einem in einer transversalen Ebene liegenden Cylinder. An demselben findet sich eine leistenartige Hervorragung, durch welche die Gelenkrolle in einen lateralen kleineren und medialen grösseren Abschnitt getheilt wird. An der hinteren und vorderen Seite über dem Gelenkfortsatz sind zwei Gruben, welche nur durch eine durchscheinende Knochenlamelle geschieden werden, Fossa supratrochlearis anterior und posterior. Die Fossa supratrochlearis posterior ist bedeutend grösser, wie die anterior, weil in sie der Processus anconaeus eingreift. Der Humerus weicht dadurch in zwei Schenkel auseinander, welche bogenförmig in die Rolle übergehen. An der medialen Seite des Ueberganges ist ein deutlicher kleiner Fortsatz, Condylus medialis, an der lateralen Seite bloss eine Rauhigkeit, Condylus lateralis. Die Rolle des Humerus ist auf der rechten Seite dexiotrop. Ungefähr ein halber Schraubengang ist für die Ulna realisirt; die kleinere radiale Gelenkfläche stellt einen geringen Theil einer flacheren Schraube dar. Die Steigung der Schraube ist sehr gering.

Das obere Gelenkende der Ulna trägt eine ausgehöhlte Gelenkfläche, welche mit der vor ihr liegenden und an sie sich anschliessenden kleineren Gelenkfläche des oberen Endes des Radius die Rolle des Humerus genau umfasst. Der hintere Theil des Gelenkfortsatzes der Ulna läuft in einen ziemlich dicken, nach vorn hin hakenförmigen Fortsatz aus, Processus anconaeus, welcher bei Streckung des Vorderarms in die Fossa supratrochlearis posterior eingreift. Derselbe besitzt auf

seiner Spitze eine überknorpelte Rinne, in welcher die Sehne des M. extensor triceps brachii gleitet.

Der Bandapparat des Ellbogengelenks besteht aus einer fibrösen Kapsel, welche oberhalb der Rolle entspringt, die Fossa supratrochlearis anterior und posterior noch mit überzieht und sich unterhalb der Cavitas glenoidalis befestigt; ferner aus einem lateralen und medialen Seitenbande, von denen ersteres am medialen Ende der Rolle entspringt und an die hintere mediale Seite der Ulna sich anheftet, letzteres an der entgegengesetzten Seite beginnt und unmittelbar unterhalb des Gelenks an die laterale Seite der Ulna sich befestigt. Bei Streckung des Vorderarms spannen sich beide Bänder bedeutend. Die Bewegungen, die sich im Ellbogengelenke vollziehen, sind wesentlich nur die der Flexion und Extension.

Gelenkverbindungen der Hand.

Die in den Handgelenken ausgeführten Bewegungen entsprechen denen einer Arthrodie; dieselben vollziehen sich hauptsächlich im Vorderarmhandgelenk.

Die Handwurzelknochen, neun an der Zahl, sind in zwei vor einander liegende Reihen geordnet, von denen die obere vier, die untere fünf enthält. In der oberen, von der radialen nach der ulnaren Seite gezählt, liegen: das Os naviculare, lunatum, triquetrum und auf der Volarseite des letzteren articulirt mittelst einer eigenen Gelenkfläche das Os pisiforme; in der zweiten Reihe: das Os trapezium, trapezoides, trapezoides accessorium, capitatum, hamatum. Es sind kleine Knöchelchen von mannigfach verschiedener Form, welche mit dem Vorderarm, den Metacarpusknochen und unter einander durch Gelenke in Verbindung stehen.

Im Vorderarmhandgelenk stellen die Gelenkflächen des Os naviculare und lunatum zusammen einen walzenförmigen Gelenkkopf dar, während die Pfanne des kegelförmigen unteren Endes des Radius sehr flach erscheint. Das Capitulum ulnae bildet ebenfalls eine transversal gerichtete Walze, die mit dem Os triquetrum und pisiforme articulirt, deren Gelenkflächen entsprechend concav sind. Der Längsdurchmesser der ersteren liegt in der Richtung von der Ulnar- nach der Radialseite; die kurze Axe in der Richtung vom Dorsum zur Vola. Die Hauptbewegungsaxe des Gelenks läuft transversal von der Radial- nach der Ulnarseite; ihr radiales Ende ist etwas abwärts gerichtet. Die Axe liegt in den verschiedenen Knochen: Os naviculare, triquetrum und Capitulum ulnae, und die Bewegungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Knochen werden

dadurch ausserordentlich complicirt; ihre Ausdehnung ist aber eine nur geringe.

Die Gelenkverbindungen zwischen der ersten und zweiten Reihe der Carpusknochen, so wie der zweiten Reihe und den Mittelhandknochen werden durch mehr oder weniger flache Gelenkflächen hergestellt; dieselben entsprechen sämmtlich annähernd Ebenen und die betreffenden Gelenke sind wenig bewegliche Amphiarthrosen. Diese einzelnen Gelenke auf einen exacten Ausdruck zu bringen, möchte zur Zeit wohl kaum möglich sein.

Der Bandapparat der Handwurzelgelenke besteht, abgesehen von den Kapselbändern, aus zwei kräftigen Seitenbändern, von denen das eine vom unteren Ende des Radius entspringt und an die Basis des ersten Metacarpusknochens sich anheftet, das andere vom unteren Ende der Ulna beginnt und an der Basis des fünften Mittelhandknochens endigt; ferner aus einem Bande, welches vom Os pisiforme zu den Basen der beiden äusseren Metacarpusknochen verläuft, und endlich einem Querband, welches die Basis des dritten und fünften Metacarpusknochens mit einander verbindet. Vom Os pisiforme geht ein Ligamentum carpi transversum zu den medialen Carpusknochen und zum Metacarpus des Daumens, unter welchem die Beugesehnen zur Vola gelangen.

Dieser Bandapparat giebt der Hand eine bedeutende Festigkeit, wozu allerdings das Lagerungsverhältniss der einzelnen Knochen nicht wenig beiträgt.

Die Gelenke zwischen Mittelhandknochen und erster Phalanx bilden eine Combination von Arthrodie und Schraubengelenk. An den überknorpelten Köpfchen der Mittelhandknochen erhebt sich auf dem volaren Theile eine scharfe Firste, welcher radial und ulnarwärts eine kleine spiralig gekrümmte Rolle anliegt; die oberen Gelenkflächen der ersten Phalangen sind entsprechend ausgehöhlt. Ausser den Bewegungen der Flexion und Extension ist bei äusserster Streckung auch noch Ab- und Adduction möglich. Die Befestigung der Gelenke besorgt ein Kapselband, ein mediales und laterales Seitenband. Auf der Volarfläche dieser Gelenke sitzen neben einander zwei Sesambeine.

Die Gelenke der Phalangen sind Schraubengelenke, sie zeigen dieselben Bänder wie die vorigen. Die Verbindung der zweiten und dritten Phalanx ist lockerer, als die der ersten und zweiten.

Gelenkverbindungen der unteren Extremität.

Verbindungen der Hüftbeine. Die Hüftbeine verbinden sich mit dem Kreuzbein und untereinander.

Die Verbindung zwischen Darm- und Kreuzbein ist eine Amphiarthrose. Es finden sich an beiden Knochen zwei hufeisenförmige Gelenkflächen, die den unteren Rand so wie die beiden unteren Drittel der Seitenränder der Facies auricularis einnehmen. Der obere Theil der Facies auricularis ist rauh und führt in eine zwischen dem überknorpelten Theil gelegene Grube, welche durch Faserknorpel ausgefüllt wird. An der hinteren Seite finden sich ausser der fibrösen Beinhaut, welche die Amphiarthrose überzieht, noch sehnige Verstärkungsbündel zur Befestigung, von denen eines zwischen Wirbelbogen und Körper des ersten Kreuzwirbels entspringend, in der Mitte zwischen Spina posterior superior und inferior ossis ilium sich befestigt, Lig. ilio-sacrale, ein anderes vom letzten Lendenwirbel kommend neben diesem nach innen sich anheftet, Lig. ilio-lumbale.

Die beiden Ossa pubis verbinden sich in einer langen Symphyse durch eine dünne, aus hyalinem, theilweise verkalktem Knorpel bestehende Zwischensubstanz. Ausser der die Symphyse überziehenden Beinhaut findet sich am oberen, besonders aber unteren Rande fibröses Gewebe.

Das den Scheitel des Schambogens ausfüllende Bindegewebe, Lig. arcuatum inferius, setzt sich, jedoch weniger mächtig, auf die aufsteigenden Aeste der Ossa ischii fort.

Hüftgelenk. Die Verbindung des Femur mit dem Hüftbein ist eine beschränkte Arthrodie, kein Nussgelenk. Der Gelenkkopf des Femur legt sich in eine tief ausgehöhlte Pfanne, an deren Bildung sich die drei Theile des Hüftbeins in der Art betheiligen, dass der obere Theil derselben dem Os ilium, der untere dem Os ischii, der mediale dem Os pubis angehört. Die Circumferenz der Pfanne ist unregelmässig und zwar so, dass an der medialen, unteren und lateralen Seite ein Stück vom Pfannenrande abgetragen zu sein scheint. Durch einen faserknorpeligen Ring, welcher dem freien Rande der Pfanne ringsum aufsitzt, wird deren Tiefe noch vergrössert. Das Innere der Pfanne ist gleichsam in zwei Abtheilungen getheilt, eine äussere grössere und eine innere kleinere, so dass es trichterförmig erscheint. Der kleinere Theil der Pfanne, welcher vom inneren und auch mehr medianwärts gelegenen äusseren durch einen weissen, etwas vorspringenden Saum geschieden ist, nimmt das Lig. teres als Ursprungsstätte

für sich in Anspruch, welches sich in der Foveola des Caput femoris befestigt und eine nicht unbedeutende Stärke und Dicke besitzt. Der äussere Theil der Pfanne ist annähernd Theil eines Hohl-Ellipsoids. Das Caput femoris ist etwas walzenförmig und sein grösster Durchmesser, so wie derjenige der Pfanne ist schräg von oben und vorn nach unten und hinten und zugleich etwas lateralwärts gerichtet. Auf seiner Spitze ist eine Vertiefung, Foveola, für die Insertion des Lig. teres. Er sitzt auf einem kurzon, mit der Diaphyse nach oben einen stumpfen Winkel bildenden Halse, gegen welchen er sich in dem grössten Theile seiner Circumferenz durch einen scharf markirten, unterminirten Rand absetzt; nur an einer kleinen Stelle oben, dem Trochanter major gegenüber, ist der Rand weniger scharf. Lateralwärts vom Caput femoris fällt ganz besonders eine grosse, rauhe Hervorragung in's Auge, welche in der Fortsetzung der Diaphysenaxe liegt, Trochanter major, zu welchem das kurze Collum femoris hinüberführt. Zwischen Gelenkkopf und Trochanter major bleibt eine Vertiefung, Fossa trochanterica, die sich besonders nach hinten, medianwärts und unten ausgiebig erweitert. Sie wird lateralwärts und unten abgegrenzt durch eine Rauhigkeit, Trochanter minor. Die Befestigung der Hüfte an den Oberschenkel wird nur durch eine fibröse, ziemlich schlaffe Kapsel vermittelt, welche vom Limbus cartilagineus acetabuli entspringt, und das Collum femoris umschliessend sich an und zwischen den Trochanteren befestigt. An der oberen, medialen unteren und lateralen unteren Seite ist die Kapsel verdickt durch Sehnenfascikel, welche von der Basis ossis ilium, dem Os pubis und ischii entspringen und als Ligg. ilio-, pubo- und ischio-femorale aufgefasst werden können. Durch erstere beiden wird besonders eine bedeutende Streckung behindert. An der vorderen Seite ist die Kapsel am dünnsten.

Kniegelenk. Das Kniegelenk ist ein complicirtes Schraubengelenk. Das untere verdickte Ende des Femur, welches die überknorpelten Gelenkflächen für die Tibia und Patella trägt, ist eine Rolle mit zwei seitlichen Erhabenheiten, Condylus lateralis und medialis, und einer Vertiefung in der Mitte. Die Ueberknorpelung des einen Condylus setzt sich auf die des andern an der vorderen Seite unmittelbar fort durch eine seichte sattelförmige Vertiefung, welche sich bis zum Ende der Diaphyse aufwärts erstreckt, und in welcher die Patella gleitet. An der hinteren Seite sind die Condyli durch eine bedeutendere nicht überknorpelte Vertiefung geschieden, Fossa intercondyloidea. Der mediale Condylus ist

grösser als der laterale und ragt weiter nach vorn und unten; beide sind, der eine an der medialen, der andere an der lateralen Seite, rauh.

Das obere Ende der Tibia ist sehr stark verdickt, dreikantig und leicht nach vorn gebogen. Die beiden Condyli tibiae, welche das obere Ende bilden, sind an ihrer oberen Fläche überknorpelt; dieselben biegen sich etwas nach der hinteren Seite um. Wo sie in der Mittellinie an der Oberfläche zusammenstossen, sind ein paar kleine Hervorragungen, Eminentiae tibiae, die eine seichte Grube zwischen sich lassen, welche sich jedoch nach hinten und unten sehr vertieft. Die Gelenkflächen sind schwach convex, nur bildet sich am Seitenrande der lateralen durch die Erhebung jenes Randes eine leichte Concavität. Die Seitenflächen der Condyli sind rauh. Am lateralen, am bedeutendsten nach hinten vorspringenden Condylus befestigt sich unten die Fibula, knorpelig, aber unbeweglich, weil ihr unteres Ende knöchern mit der Tibia verschmilzt. Auf den Gelenkflächen der Condyli tibiae liegen zwei halbmondförmige Knorpel, welche, nach oben concav, ihnen diejenige Tiefe verleihen, die von den stark convexen Condyli femoris beansprucht wird. Der mediale ist weniger gekrümmt, als der laterale. Die convexen Ränder beider Knorpel sind mit der fibrösen Kapsel verwachsen; der laterale höher als der mediale. Der mediale Zwischenknorpel befestigt sich sodann vorn an den Condylus lateralis tibiae, hinten in der Vertiefung hinter der Eminentia tibiae; der laterale vorn am Condylus medialis tibiae, hinten am Condylus lateralis, so dass er jedes Mal an seiner Anheftungsstelle hinter dem medialen Knorpel liegt.

Die ovale Patella, welche als eine Zugabe des Unterschenkels erscheint, analog einem abgelösten Olekranon, ist an ihrer unteren Fläche überknorpelt und sattelförmig, entsprechend ihrer Gelenkgrube am Femur. Der Bandapparat des Kniegelenks besteht aus folgenden bemerkenswerthen Einzelheiten: Die fibröse Kapsel schliesst, wenn man von aussen nach innen geht, zunächst das Gelenk ein. Sie entspringt oberhalb der Condyli femoris und inserirt sich rings um die Condyli tibiae. In der Mitte der Vorderfläche verbindet sie sich mit einem starken fibrösen Bande, in dessen Mitte die Patella liegt. Dasselbe entsteht aus der Insertion der Streckmuskeln des Unterschenkels und heftet sich, von der Patella unterbrochen, an das überknorpelte obere Ende der Spina tibiae. Man kann es in ein Lig. patellae superius und inferius sive proprium trennen. An beiden Seiten, jedoch innerhalb der Kapsel,

findet man dann das kräftige mediale und laterale Seitenband. Ersteres entspringt vom Condylus medialis femoris und inserirt sich an die mediale Kante der Tibia; es ist grösser als letzteres, welches tiefer vom Condylus lateralis beginnt und höher am Capitulum fibulae endet.

Zwischen beiden Bändern findet sich eine reichlich mit Fett gefüllte Ausstülpung der mit der Kapsel innig verbundenen Synovialmembran, welche sich von der Basis der Patella bis zur Insertion des Lig. patellae inferius erstreckt, so dass die Kniescheibe nicht in die Gelenkhöhle hineinsieht. Diese einfache Einstülpung repräsentirt die Ligg. alaria des Menschen.

An der hinteren Seite des Gelenks verdienen drei Sesambeine Erwähnung, welche den beiden Condyli femoris und dem lateralen Condylus tibiae knorpelig aufsitzen. Am medialen Condylus tibiae ist statt dessen eine kleine rauhe Hervorragung. Im Innern des Gelenks trifft man als Hemmungsmittel der Beugung und Streckung die Ligg. cruciata, von denen das eine vor, das andere hinter der Eminentia tibiae entspringt, jenes hinten an die mediale Fläche des Condylus lateralis femoris sich anheftet, dieses vorn am Condylus medialis femoris endet, wodurch ein Andreaskreuz entsteht.

Ausser der Schraubenbewegung findet im Kniegelenk bei Flexion des Unterschenkels auch noch Rotation medianwärts statt. Das Gelenk besteht aus fünf Abtheilungen. Die Patella articulirt mit dem Femur in einem Sattelgelenk. Die Flexionsbewegungen finden zwischen den beiden Condyli femoris und den zwei Cartilagines semilunares, halbmondförmigen Knorpeln statt. Zwischen letzteren und der Tibia findet Rotationsbewegung des Unterschenkels um seine Längsaxe statt, welche jedoch nur während der Flexion möglich ist.

Gelenkverbindungen des Fusses.

Sprunggelenk. Es articulirt im Sprunggelenk der untere Gelenkfortsatz der Tibia mit dem Talus und Calcaneus. Die Gelenkverbindung zwischen Tibia und Talus ist ein deutliches Schraubengelenk, die zwischen jener und dem Calcaneus verhält sich ähnlich, doch ist ihre Schraubennatur nicht so deutlich ausgesprochen. Die obere überknorpelte Fläche des Corpus tali ist rollenartig gestaltet mit einer mittleren bedeutenden Vertiefung und zwei seitlich hervorragenden Rändern, von denen der fibulare an Höhe den tibialen übertrifft. Auf der Dorsalfläche des Calcaneus, etwas über der Mitte, erhebt sich eine zweite, ebenfalls schraubenförmige Gelenkfläche für die Tibia; dieselbe ist an der tibialen Seite keilförmig, um

in eine Vertiefung an der Plantarfläche des Talus hineinzupassen und eine gemeinsame, einen Schraubengang darstellende Gelenkfläche mit der des Talus zu bilden. Diesem Schraubengange entspricht das untere Gelenkende der Tibia. Der grössere oder laterale Theil articulirt mit dem Talus, der kleinere oder mediale, durch einen tiefen Einschnitt vom ersteren geschieden, mit dem Calcaneus. In den tiefen Einschnitt greift die fibulare, stark sich erhebende Kante des Talus ein. An beiden Seiten des Gelenkendes der Tibia sind höckerige Rauhigkeiten, Malleolus lateralis und medialis, welche nach unten etwas über das Gelenk vorspringen, und Rinnen bilden zum Durchgang von Muskelsehnen.

Zur Befestigung des Sprunggelenks und somit des Fusses an den Unterschenkel dient zunächst eine fibröse Kapsel, welche rings um das Gelenk sich befestigt und die Rinnen, welche durch die Malleolen gebildet werden, zu Kanälen ergänzt; ferner dienen dazu zwei Seitenbänder, das eine an der tibialen, das andere an der fibularen Seite gelegen. Das tibiale Seitenband entspringt von der Vorderfläche des Malleolus medialis tibiae, geht nach vorn und tibialwärts und befestigt sich an das Sustentaculum tali. Das fibulare Band verläuft vom hintern Rande der Rinne hinter dem Malleolus lateralis zur fibularen Fläche des Calcaneus. An der Fibularseite findet sich noch ein kurzes kräftiges Band, welches von dem Malleolus lateralis entspringt und hinten neben dem fibularen Ende der Gelenkfläche des Calcaneus für die Tibia sich inserirt.

Von der Mitte des Gelenkfortsatzes der Tibia verläuft ein ziemlich kräftiges Band zum Os naviculare, welches beide Knochen mit einander verbindet.

Vom hinteren fibularen Rande des Talus verläuft ein Band schräg tibial- und plantarwärts und inserirt sich an das Tuber calcanei.

Die im Sprunggelenke ausgeführten Bewegungen sind nur Schraubenbewegungen. Die Beweglichkeit des Fusses im Ganzen, welche eine sehr geringe ist, beschränkt sich auf diese.

Zwischen den Fusswurzelknochen finden folgende Gelenkverbindungen statt:

Articulatio talo-calcanea besteht aus zwei durch den Sulcus tali geschiedenen concaven Gelenkflächen des Calcaneus, denen zwei convexe Flächen der Unterseite des Talus entsprechen. Letztere stellen Theile eines ellipsoidischen Umdrehungskörpers dar, dessen Längsaxe schräg tibialwärts, aufwärts und mit dem tibialen Ende nach rückwärts gerichtet ist.

Articulatio talo-navicularis ist eine beschränkte Arthrodie. Das Caput tali, welches an dem vorderen etwas fibularwärts sich umbiegenden Ende des Collum tali sitzt, zeigt eine nach vorn convexe Gelenkfläche, die aus der plantaren des Collum hervorgeht, indem sie sich verbreiternd nach vorn und dorsalwärts umbiegt. Der walzenförmige Kopf des Talus legt sich in eine tief ausgehöhlte Gelenkfläche des vor ihm liegenden Os naviculare. Die Bewegungen sind in der Richtung vom Dorsum zur Planta ausgiebiger, als in der Richtung von der Tibial- zur Fibularseite, die Rotation um die Längsaxe des Fusses ist sehr beschränkt. Die Axe der grösstmöglichen Bewegung läuft von der Tibial- zur Fibularseite, ihr tibiales Ende ist etwas dorsalwärts gerichtet.

Articulatio calcaneo-cuboidea ist ein Schraubengelenk. Die Vorderfläche des Calcaneus ist spiralig gebogen und articulirt mit der hinteren des Os cuboideum. Die Gelenkkapsel wird verstärkt durch ein von dem vorderen Ende der plantaren Fläche des Calcaneus zur plantaren Fläche des Os cuboideum sich begebendes Band, an der fihularen Seite durch ein ebenfalls beide Knochen verbindendes Ligament. Die Umdrehungsaxe des Gelenks liegt im Os cuboideum und ist schräg tibial-dorsalwärts und mit ihrem fibularen Ende nach unten gerichtet.

Articulatio calcaneo-cuboideo-navicularis. Kegelgelenk. Die Verbindung zwischen Calcaneus und Os cuboideum entspricht, wie vorhin angegeben, einem Schraubengelenk. Mit Rücksicht auf die Antheilnahme des Os naviculare, an dessen fibulare Fläche sich der Calcaneus mit einem Theil seiner tibialen anlegt, und mit dem vorn die hintere tibiale Ecke des Os cuboideum articulirt, kann man die Articulatio calcaneo-cuboideo-navicularis als ein Kegelgelenk bezeichnen. Durch ein straffes, das Sustentaculum tali mit dem Os naviculare verbindendes Ligament wird in der Planta pedis die Kapsel des Gelenks bedeutend verstärkt.

Die Drehungsaxe der Articulatio calcaneo-cuboideo-navicularis liegt in der Längsaxe des Fusses, die Spitze des Kegels ist als oberer Fortsatz des Os cuboideum aufwärts und ein wenig tibialwärts gerichtet.

Articulatio cuneo-navicularis prima et secunda. Die prima wiederholt in kleinerem Maassstabe die Articulatio talo-navicularis; die secunda ist eine Amphiarthrose; die nahezu ebene Gelenkfläche steht transversal zur Ebene des Fusses.

Die Tarso-Metatarsal-Gelenke sind ziemlich ebene, ebenfalls transversal gestellte Amphiarthrosen; die sechs Metatarso-Metatarsalgelenke finden sich zu je zwei zwischen den Bases von je zwei Metatarsusknochen, und stellen je zwei ziemlich ebene Amphiarthrosen dar, die durch einen kleinen Sulcus geschieden sind. Nur die obere zwischen Os metatarsi II. und III. zeigt einen walzenförmigen Gelenkkopf am ersten Knochen.

Ueber die Bandapparate, welche die Befestigung der beschriebenen Articulationen der Fusswurzelknochen unter einander und mit den Metatarsusknochen besorgen, mag noch erwähnt sein, dass sie wesentlich nur in Kapselbändern bestehen. Ausser den bei den betreffenden Gelenken angeführten Verstärkungsbändern finden sich noch verschiedene andere aber weniger bedeutende, deren Aufzählung ohne weiteres Interesse sein würde.

Die Gelenke zwischen den Phalangen verhalten sich wie an den Fingern.

Bibliothek des med.-klin. Instituts München

Zur Entwickelungsgeschichte der Herzmuskulatur.

Von

C. Eckhard in Giessen.

(Hierzu Tafel I.)

§. 1.

Entwickelungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser der Skeletmuskeln.

Zur Vervollständigung meiner frühern Untersuchungen über die Herzbewegungen habe ich mich mit dem Studium der anatomischen und physiologischen Verhältnisse des embryonalen Herzens befasst. Zwar kann ich nicht sagen, dass ich über alle Punkte, welche ich mir zu erforschen vorgesetzt hatte, in's Reine gekommen bin, allein über Manches habe ich doch insoweit Aufschluss erhalten, dass die erhaltenen Resultate einer Mittheilung werth sind. Zu gelegener Zeit werde ich die noch bestehenden Lücken auszufüllen suchen.

Ich begann, um Anhalts- und Vergleichungspunkte zu gewinnen, mit dem Studium der Entwickelungsgeschichte der Skeletmuskeln. Diesem konnte ich mich um so weniger entziehen, als immerhin noch einige Meinungsverschiedenheiten in dieser Angelegenheit bestehen, und ich ausserdem auch das Bedürfniss fühlte, mir eine auf eigne Beobachtungen gestützte Ansicht zu bilden. Zunächst theile ich meine Wahrnehmungen und dadurch erworbenen Vorstellungen ohne Bezugnahme auf irgend welche bisher über diesen Gegenstand geäusserte Meinung mit. Es wird sich dann von selbst ergeben, mit welchen meiner Vorgänger ich theilweise oder ganz übereinstimme. Auf diese Art ist auch in der That diese Arbeit entstanden; ich wollte vor allen Dingen bei der Untersuchung selbst möglichst frei sein.

Meine Forschungen habe ich ausschliesslich an den Rückenmuskeln junger Froschlarven angestellt. Für gewöhnlich legte ich die Thierchen eine Stunde in eine Lösung doppeltchromsauren Kali's von 2—3%, entfernte dann die äussere Haut und zerzupfte die Muskelanlagen. Um den Nachtheilen zu entgehen, welche nicht selten mit einer einseitigen Behandlungsart mikroskopischer Objecte verbunden sind, habe ich ausserdem als Untersuchungsflüssigkeit verdünntes Eiweiss, Humor aqueus, und 40%igen Weingeist angewandt. Die ersten Beobachtungen machte ich an solchen Larven, bei denen die Muskelelemente durch die bereits bestehende Querstreifung keiner Verkennung mehr unterworfen waren. Von da ausgehend schritt ich zu jüngeren Larven vor. Ich habe nun Folgendes wahrgenommen und darauf hin mir folgende Vorstellung von der Entwickelung der quergestreiften Muskelfaser gebildet.

Froschlarven von etwa 5 Mm. Länge zeigen schon deutliche, wenn auch noch sehr träge Bewegungen. Diese bestehen in langsamen Krümmungen ihres hinteren Theiles, welche deutlicher und schneller werden, wenn man Inductionsströme durch das Wasser sendet, in welchem man sie aufbewahrt. Solche Larven, behandelt wie vorhin angegeben, zeigen in der beginnenden Rückenmuskulatur neben einander Elemente, wie sie in Fig. 1. *a*, *b*, *c* dargestellt sind. Die in Fig. 1. *c* gezeichnete Bildung ist augenscheinlich eine junge Muskelfaser. In Larven, von der angegebenen Länge kommen keine weiter entwickelten Muskelfasern vor. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Formen Fig. 1. *a*, *b*, *c* zusammen gehören, aber *a* und *b* jüngere Zustände von *c* darstellen. Dies ergiebt sich daraus, dass ein Theil der Elemente, welche *c* zusammensetzen, dieselbe Structur und Anordnung zeigen, wie diejenigen, welche *a* und *b* bilden. Demnach bestehen die primitiven mikroskopischen Formelemente der quergestreiften Muskelfaser aus bläschenförmigen Kernen mit einem oder zwei deutlichen Kernkörperchen und einer stark körnigen Protoplasmamasse, welche um jene herumgelagert ist. Auf den frühesten Stufen der Entwickelung hat die Mehrzahl der Körner des Protoplasma alle Eigenschaften der Dotterkörnchen. Wegen ihrer grossen Zahl und ihres dunkeln Aussehens sind die Kerne zu dieser Zeit nicht überall deutlich. In Fig. 1 *a* sind einige derselben gesondert dargestellt Geben wir nun zu, dass Fig. 1. *a*—*c* junge Muskelfasern sind, dann muss behauptet werden, dass die Muskelfaser sich in der Weise bildet, dass mit Protoplasma umgebene Kerne sich zu Reihen

ordnen und aus dem letzteren sich die quergestreifte Substanz entwickelt. Abgesehen von den Kernen, die Zellen zu nennen, ich in das Belieben des Einzelnen stelle, da ich mir keine Mühe gegeben habe zu erforschen, ob sie hohl oder solid sind, kommt keine Zelle vor. Das Protoplasma der Kerne ist so innig ohne Grenze mit einander verschmolzen, dass man für die Vorstellung besser thut, sich einen Strang Protoplasmamasse mit eingelagerten Kernen zu denken. Eine andere Frage ist's, ob diese Kerne enthaltenden Protoplasmacylinder in frühester Jugend von einer Membran umgeben seien, sich die Muskelfaser also aus einer einzigen grossen Zelle bilde. Es scheint schwer zu sein, diese Frage vollständig in's Reine zu bringen, da in der That bei Embryonen der angegebenen Länge neben den Formen der Figur 1 auch noch solche vorkommen, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind und welche durch einen um den Rand des Protoplasmacylinders sich herumziehenden Contour die Anwesenheit einer Zellenmembran anzudeuten scheinen. Die Wahrscheinlichkeit spricht mir dafür, dass die beschriebenen Protoplasmastränge in frühester Jugend von keinen Zellenmembranen umhüllt sind. Unzweifelhaft werden Formen wie *a b* der Fig. 1 gefunden, welche an keiner Stelle ihres Umfangs eine Erscheinung zeigen, die man als Rest einer etwa durch die Präparation zerstörten Zellenmembran deuten könnte. Im Gegentheil ist die Umgrenzung durch die überall hervorstehenden Körner mehr oder weniger uneben. Selbst an weiter vorgeschrittenen Bildungen, wie z. B. Fig. 1 *c* ist mit Sicherheit keine umgrenzende Membran wahrzunehmen. Die Contouren aber der Bilder Fig. 2 können ausser für Zeichen einer ursprünglichen Zellenmembran ebenso gut für solche einer durch Verhärtung der Grenzschicht des Protoplasma sich zu dieser Zeit bildenden genommen werden. Mit Rücksicht auf die natürliche Existenz der Bilder *a* und *b* der Fig. 1 und mit Bezug auf Erscheinungen, welche bei der Entwickelung des Herzens vorkommen, von welchen später die Rede sein wird, ist mir die zweite Unterstellung über die Bildungsart jener Contouren die wahrscheinlichere.

Die weitere Ausbildung der kernigen Protoplasmacylinder zum sogenannten Muskelprimitivbündel geschieht in der Weise, wie es die einzelnen Zeichnungen der Fig. 3 darstellen. An einer Seite nämlich eines jeden Sarkoplasmacylinders bildet sich ein Längsstreifen, der anfangs keine Besonderheiten erkennen lässt, sehr bald aber Querstreifen in grösster Regelmässigkeit zeigt. Dieser Streifen nimmt nach der Seite hin, wo das Protoplasma liegt, nach und nach an Dicke zu, bis

schliesslich jenes als solches bis auf einen kleinen Theil verzehrt ist. Während dieser Umwandlung des Protoplasma in quergestreifte Muskelsubstanz werden die dunkeln Körner, welche in demselben vorkommen, immer lichter und lichter, so dass auf den spätesten Entwickelungsstadien, wie z. B. bei den Fig 3 *g* dargestellten, schon einige Aufmerksamkeit dazu gehört, den Rest des Protoplasmacylinders zu entdecken. Während dieser Entwickelung findet auch eine Neubildung von Kernen statt; denn man begegnet bisweilen längeren Kernformen, wie in Fig. 3 *e* bei α, welche eine grössere Zahl, 3 — 4 Kernkörperchen, in einer Reihe hinter einander liegend, zeigen und die Vorstellung erwecken, als sei dies die Vorstufe einer Theilung eines vorher verlängerten Kerns in so viele einzelne, als Kernkörperchen vorhanden sind. Ich gebe jedoch auch die Möglichkeit der selbstständigen Bildung der Kerne ohne Theilung in dem Protoplasma zu. Ausserdem ist auch augenscheinlich in den weiter vorgeschrittenen Muskelfasern die Zahl der Kerne grösser, als in den jüngeren. Ebenso muss eine Neubildung des ursprünglichen Protoplasma stattfinden; denn der quergestreifte Theil nimmt fortwährend an Volumen zu, und da die Bildung desselben nur aus dem Protoplasma, indem eine andere Bildungsart nicht bekannt ist, hervorgeht, so muss sich dieses selbst vermehren. Bisweilen habe ich auch Protoplasmacylinder beobachtet, welche dadurch ausgezeichnet waren, dass die Bildung der quergestreiften Substanz an zwei gegenüber liegenden Seiten (Fig. 3 *h*) zu beginnen schien. Ich sage schien, weil solche Bilder auch die Deutung zulassen, dass die quergestreifte Substanz als Cylindermantel entstehe, und es sei derjenige Theil derselben, welcher an der untern, dem Beobachter abgekehrten Seite des dunkeln Protoplasmacylinders liegt, so lange er noch sehr dünn ist, durch das darüber liegende Protoplasma nicht zu sehen.

Von dem kernhaltigen Protoplasma scheint während des ganzen spätern Lebens ein Rest bestehen zu bleiben. Wenigstens ist dies eine sehr natürliche Deutung, welche man dem zuerst von Kölliker[1]) entdeckten und später von Weismann[2]) gesehenen kernhaltigen Strang in dem Innern der erwachsenen Muskelprimitivbündel geben kann.

---

[1]) Kölliker, Ueber die Endigungen der Hautnerven und den Bau der Muskeln, in dessen Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. VIII. S. 311.

[2]) Weismann, Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosch. Henle's und Pfeufer's Zeitschrift III. Reihe X. Bd. S. 263.

Wenn ich nun prüfe, mit welchen Angaben meine Beobachtungen übereinkommen, so ergiebt sich, dass ich im Wesentlichen mich Savory, Clarke und F. Schulze anschliessen muss. Die grösste Uebereinstimmung herrscht zwischen mir und Savory[3]). Dieser hat seine Untersuchungen an den Rückenmuskeln der Embryonen von Schweinen, Ziegen, Kaninchen etc. gemacht. Ihnen zufolge treten auch bei den genannten Thieren zuerst Reihen von Cytoblasten auf, welche unter sich durch ein Blastem zusammenhängen. Dieses selbst ist im Anfang so opak, dass die Ränder der Kerne sehr schwer wahrgenommen werden können. Er hat weder den einzelnen Cytoblasten zugehörige Zellen, noch eine Membran um die einzelnen, mittelst Blastem zusammengehaltenen Reihen von Cytoblasten gesehen. So habe ich es genau beim Frosche beobachtet und zwar zu einer Zeit, wo ich Savory's Arbeit noch nicht genauer studirt hatte. Die weitere Entwickelung giebt er dahin an, dass zuerst zwei Längsbänder von Muskelsubstanz entstehen, welche an einander gegenüber liegenden Seiten je einer Cytoblastenreihe auftreten und dann in der Mitte zusammentreffen. Die Querstreifung ist auf alle Fälle dann zu sehen, wenn die Vereinigung der beiden Muskelsubstanzbänder stattfindet; in manchen Fällen aber auch schon früher. Beim Frosch findet ein Gleiches statt; man begegnet daselbst nur der unbedeutenden Modification, dass in der Regel sich nur ein laterales Band bildet, und dass die Querstreifen schon sehr früh an demselben auftreten.

Schulze[4]) hat seine Untersuchungen wie ich an Froschlarven angestellt. Seine Wahrnehmungen sind mit den meinen in Einklang, nur gehen seine Beobachtungen nicht bis zu dem Zeitpunkte zurück, wo das Muskelprimitivbündel nur einen mit Cytoblasten versehenen Protoplasmacylinder darstellt. Hätte Schulze dieses Entwickelungsstadium gesehen, so würde er sich höchst wahrscheinlich in Bezug auf die Frage, ob das Muskelprimitivbündel sich nur aus einer Zelle bilde, oder nicht, in anderer Weise ausgesprochen haben, als er es in der citirten Arbeit thut. Er ist nämlich der Meinung, dass das Muskelprimitivbündel nur aus einer einzigen Zelle hervorgehe und sucht dieselbe durch die folgende Beobachtung und

---

[3]) W. S. Savory, On the development of striated muscular fibre in mammalia. Philosophical transactions of the Royal Society of London. For the year 1855. Part II. p. 243.

[4]) Schulze, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der quergestreiften Muskelfaser. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond. 1862. S. 385.

Schlussfolgerung zu stützen. Er sagt sich: Wenn es möglich ist, sich entwickelnde Muskelprimitivbündel zu beobachten, welche an ihren beiden Enden mit sehnigen Ansätzen versehen sind und nur einen Kern zeigen, so müssen solche nur aus einer Zelle und nicht aus mehreren Zellen entstanden sein. An Larven von Triton taeniatus ist er solchen Muskelprimitivbündeln begegnet und vertheidigt seitdem sowohl für diese als auch für die mehrkernigen Muskelprimitivbündel, für welche er auf eine an Ort und Stelle[5]) nachzusehende Weise den Beweis beibringt, dass sie nicht durch Aneinanderlagerung einkerniger Muskelzellen entstanden sein können, die Ansicht, dass das Muskelprimitivbündel aus einer Zelle entstehe. Man sieht jedoch ein, dass Schulze's Raisonnement gar nicht Rücksicht darauf nimmt, dass bevor die Frage erhoben werden kann, ob eine oder mehrere Zellen die Grundlage des Muskelprimitivbündels bilden, vorerst zu erörtern ist, ob hier die so vielfach misshandelten Zellen überhaupt eine Rolle spielen oder nicht. Ich habe schon oben erwähnt, was man auf die zur Zeit bekannten Beobachtungen hin darüber etwa sagen kann.

Clarke's[6]) Beobachtungen stimmen in den wesentlichen Punkten mit meinen und Savory's Angaben überein. Es finden sich allerdings hier und da kleine Abweichungen, welche aber unbeschadet des allgemeinen Modus, nach welchem sich die Entwickelung der Muskelfaser richtet, bestehen können. Im Einzelnen hebe ich Folgendes hervor. Clarke erkennt wie wir keine Entwickelung der Muskelprimitivbündel aus Zellen an und ist also in Gemeinschaft mit uns in Widerspruch mit Schwann, Kölliker, Schulze und Deiters. Nach ihm und uns bildet sich die Muskelfaser direct aus dem Blastem, welches die Cytoblasten umgiebt und zwar so, dass in allen Fällen die erste Faserbildung dicht an den Rändern der Kerne beginnt, so dass es scheint, als stände sie unter dem Einflusse derselben. Die Art, wie dies geschieht, mag an verschiedenen Stellen des Körpers und bei verschiedenen Thieren etwas verschieden sein. Wie ich und Savory es sahen, so hat es auch Clarke in den Muskeln des Stammes gefunden. Abgesehen von dem unbedeutenden Umstande, dass er in einigen Fällen die Cytoblasten mit einem oder zwei

---

[5]) l. c. S. 390.

[6]) J. L. Clarke, On the development of striped muscular fibre in man, mammalia and birds. Micr. Journ. V. II. p. 231.

Fortsätzen verdichteten Blastems versehen sah und die cylindrische Form der ersten Anlage des Primitivbündels durch eine Verschmelzung derselben entstehen lässt, hat er doch häufig genug eine Entstehung jenes in der Weise gesehen, wie ich es oben beschrieb. Er sagt z. B.: „More frequently a series of nuclei, at variable distances from each other, are partially or wholly surrounded and united by an irregular condensation of blastema, as represented at fig. 4 *b*[7]). At the same time the column thus produced is isolated on one side by a further layer of material, in the form of a distinct border, which is probably effected under the influence of the nuclei. A similar border is subsequently formed along the opposite side, until the fibre is completely isolated from the surrounding substance.“ Ausserdem hat Clarke noch einen andern Entwickelungsmodus gesehen, welchen ich hier anführen muss, da er für die Entwickelungsgeschichte der Herzmuskulatur von Interesse ist. Er sah nämlich im kernhaltigen Muskelblastem eine Bildung von feinen Fibrillen auftreten, welche überall dicht den Kernen anlagen, ohne dass zuvor die Gestalt des zukünftigen Muskelprimitivrohrs vorgebildet war. Er sagt in dieser Beziehung Folgendes: „These new structures originate in a fibrillation of the blastema between the densely crowded nuclei, with which they become, as it were, encrusted, through a condensation of the surrounding blastema, which also cements them together. Sometimes these masses assume a cylindrical shape, although the elements which compose them have but little regularity of arrangement. Much more frequently, however, the fibres first formed, having increased to a variable degree of thickness, become connected together by the intervening substance, in which new fibres are also developing, to form bodies or masses of different shapes. Sometimes a number of five and more or less wavy fibres are cemented side by side, and encrusted with groups of nuclei, which carry on the process of fibrillation in the intervening blastema, as at fig. 10 *a* and fig. 9 *b*[8]); or fibres of different diameters wind their way through groups of nuclei, which surround them like clusters of grapes as at fig. 10 *b*. Occasionally, but not often, at this period of development (gegen das Ende des 6. und den Anfang des 7. Brüttags) I have found some of these fibres distinctly and beautifully striated, as shown at fig. 10 *c*.“ Es ist mir nicht recht klar geworden, wie sich

---

[7]) Ich bitte den Leser, diese Figur am angezogenen Orte nachzusehen.

[8]) Empfehle beide so wie die folgenden dem Leser zur Ansicht.

Clarke diese schmalen Fibern zu Bestandtheilen von Muskelprimitivbündeln entwickeln lässt. Augenscheinlich ist ein Doppeltes möglich: entweder legt sich um eine Anzahl solcher Fibern später das Sarkolemma herum und fügt sie so zu einzelnen Muskelprimitivbündeln zusammen, oder, was mir aus später mitzutheilenden Beobachtungen wahrscheinlicher ist, eine jede Fibrille verdickt sich für sich selbst und wächst nach und nach zu einem Muskelbündel heran. Mag nun der eine oder andere Modus der Ausbildung stattfinden, keiner entfernt sich wesentlich von dem oben ausgesprochenen Schema der Muskelentwickelung. Stets fällt ein **zellenloses,** aber **kernhaltiges** Blastem einem Fibrillationsprocess anheim.

§. 2.

Bisherige Ansichten über die Entwickelung der mikroskopischen Elemente des Herzens.

Ich stelle, bevor ich meine eignen Beobachtungen mittheile, die wichtigsten der mir über diesen Punkt bekannt gewordenen Untersuchungen zusammen:

1. Im Jahre 1849 erschien eine Arbeit von Lebert[9]), welche die Entwickelungsgeschichte der Herzmuskulatur bei Vögeln folgendermaassen darstellte. In der contractilen Substanz, welche am Ende des zweiten Bebrütungstages die Herzsubstanz darstellt, unterscheidet Lebert: a) eine körnige, der Contraction fähige Grundsubstanz; b) grössere, etwa 0,01—0,013 Mm. messende Zellen, welche er globules organoplastiques nennt; c) Kerne ohne Hülle und d) verlängerte Kerne. Die drei zuletzt genannten Gebilde betheiligen sich bei der Contraction nicht. Am dritten und vierten Tage der Bebrütung sollen die Hüllen der globules organoplastiques verschwinden und unter den verlängerten Kernen sich solche mit Longitudinalstreifen zeigen. Wie sich die der Länge nach gestreiften Körper, welche Lebert von den verlängerten Kernen, die er corps fusiformes nennt, als faisceaux rudimentaires oder cellules myogéniques unterscheidet, bilden, darüber spricht der Verfasser keine bestimmte Ansicht aus. Hiernach bleiben wir vollkommen unklar über die erste Bildung der Muskelfaserrudimente, auf welche doch Alles ankommt. Aber es muss ebenso auch bemerkt werden, dass Lebert bekennt, es habe

---

[9]) Lebert, Recherches sur la formation des muscles dans les animaux vertebrés etc. Annales des sciences naturelles, 3me série. Zoologie, tome XI. p. 349.

ihm die Zellentheorie von der ersten Formation der Herzmuskelfasern keine Rechenschaft geben und namentlich habe er auch nicht bestätigen können, dass durch Aneinanderreihung und Verschmelzung der globules die Muskelfaser entstehe.

2. Kölliker[10]) stellt die mikroskopische Entwickelung der Herzsubstanz anders dar. Er meint, dass das Herz in seinen frühesten Zuständen aus sternförmigen Zellen bestehe, deren Fortsätze mit einander verwüchsen, das Herz sich also, um die Worte seiner Entwickelungsgeschichte zu gebrauchen, aus spindel- und sternförmigen Muskelzellen aufbaue. Die Fig. 202 S. 404 seiner Entwickelungsgeschichte stellt Muskelzellen aus den Herzkammern eines neun Wochen alten menschlichen Embryo 350 Mal vergrössert dar. Kölliker's Ansicht hat verschiedene Anhänger gefunden und es scheint mir, als ob sich die Mehrzahl der Histologen zu ihr zu bekennen wenig Anstand nehme. Ich hebe unter ihnen Weismann[11]) und Fox[12]) hervor. Der erstere spricht sich mit grosser Bestimmtheit über diese Angelegenheit aus, obschon es mir scheinen will, als geschehe dies nicht auf Grund einer zusammenhängenden Untersuchungsreihe, welche methodisch Stufe für Stufe der Entwickelung vorgenommen habe, sondern wesentlich auf mikroskopische Bilder hin, welche aus den Herzen verschiedener Foetusarten durch Maceration mit Kalilauge erhalten worden waren. Nach Weismann ist das Grundelement des muskulösen Gewebes des Herzens in der ganzen Thierreihe die Muskelzelle. Von spindelförmiger oder verästelter Gestalt legen sich dieselben bei den niederen Wirbelthieren mittelst eines bindenden Kitts dicht aneinander, bei höheren dagegen verschmelzen sie zu einer Anzahl von Bündeln, welche die Muskelbalken zusammensetzen. Die neueste Arbeit von Fox, insoweit sie mir zu Gesicht gekommen, behauptet aber wohl den Aufbau des Herzens aus sternförmigen Zellen, welche mit einander anastomosiren sollen, sie giebt aber weder Detail noch Zeichnungen, noch discutirt sie Gesehenes. Ich muss mich also damit begnügen, sie angezogen zu haben.

3. Clarke[13]) theilt Beobachtungen mit, welche sich weder

---

[10]) Handbuch der Gewebslehre, S. 607 und Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere, S. 404.

[11]) Weismann, Ueber die Muskulatur des Herzens beim Menschen und in der Thierreihe. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond. 1861. S. 41.

[12]) Fox, On the development of striated muscular fibre. Proceedings of the Royal society. Vol. XIV. p. 374.

[13]) l. c. p. 234.

mit denen Lebert's, noch mit denen Kölliker's vereinigen lassen. Leider hat er nur ein bestimmtes Stadium beschrieben und ist auf die demselben folgenden meines Wissens bis jetzt nirgends näher eingegangen. Ich theile dieselben trotz ihrer Unvollkommenheit mit, da, wie sich später ergeben wird, sie dem wahren Sachverhalt am nächsten kommen. In Stücken der Ventrikel von Embryonen des dritten und vierten Tages findet er a) ein granulöses, halbflüssiges Blastem, b) freie, runde und ovale Kerne, c) solche von granulöser Masse umgeben, welche in sehr verschiedenen Formen mehr oder weniger regelmässig auftritt. In ihrer normalen Lage sind diese Kerne mit grosser Regularität angeordnet.

§. 3.

Eigne Beobachtungen über die Entwickelung der mikroskopischen Formelemente des Herzens.

Meine eignen Untersuchungen habe ich in folgender Weise angestellt. Die Herzen stammten sämmtlich von Eiern, welche durch Hennen bebrütet waren. Ich nahm die Herzen sorgfältig aus den Embryonen heraus und untersuchte sie dann mikroskopisch in verschiedenen Flüssigkeiten: verdünntem Eiweiss, Jodserum und verdünnter Lösung von doppeltchromsaurem Kali. Um zu erfahren, welches die sich wirklich contrahirenden Elemente des embryonalen Herzens seien, habe ich die angebrüteten Eier in einem warmen Raume geöffnet, Stückchen aus den noch pulsirenden Herzen herausgeschnitten und diese dann in verdünntem Eiweiss auf einem erwärmten Objecttisch untersucht, woselbst ich, wenn keine spontane Contractionen zu bemerken waren, noch einen Tropfen einer reizenden Flüssigkeit, gewöhnlich verdünnte Kochsalzlösung zusetzte. Der Raum, in welchem ich die Eier öffnete, und welcher mir auch bei den hernach zu erwähnenden physiologischen Versuchen diente, war folgendermaassen eingerichtet. In einen Blechkasten von circa 10 Cm. Höhe, 12 Cm. Breite und 12 Cm. Länge ist von seiner obern Wand her ein kleineres Blechkästchen von circa 7 Cm. Länge und Breite und 5 Cm. Tiefe eingesetzt. Um den Rand der oberen offenen Wand des letzteren ist eine etwa 1 Cm. tiefe Rinne angebracht, welche mit Talg ausgegossen ist. In diese Fuge lässt sich ein als Deckel des kleinen Kästchens dienender, etwas über einen Cm. hoher Aufsatz einsetzen, dessen obere Wand zum grössten Theile aus Glas besteht. Der Boden des kleinen Kästchens ist mit etwas Baumwolle bedeckt und im Deckel desselben steht ein Thermometer, welches in den Raum des kleinen Kästchens

hineinragt. Der grosse Kasten hat an zwei einander gegenüber stehenden Wänden zwei Ansätze von Messing, an jeder Wand einen, von denen jeder mit einer Caoutchoucröhre in Verbindung ist. Die eine derselben führt zu einem etwas hochstehenden Gefässe mit erwärmtem Oele, die andere als Abzugsröhre dienende ist mit einem Quetschhahn versehen. Nachdem der Kasten mit erwärmtem Oele gefüllt ist, kann man mittelst des Quetschhahns den fernern Zufluss von erwärmtem Oele reguliren, bis man in dem Raume des innern Kästchens den gewünschten Wärmegrad erlangt hat. Soll der Kasten als warmer Raum zur Eröffnung der Eier dienen, so muss zwar der Deckel entfernt werden, aber man kann doch den innern Raum warm genug erhalten, dass sich die Pulsationen nicht unterbrechen. Mein Objecttisch zum Erwärmen der mikroskopisch zu untersuchenden Herzstückchen weicht von dem gebräuchlichen von Herrn Schultze angegebenen ab. Er besteht aus einem geschwärzten Blechkästchen von 8,5 Cm. Länge, 6,5 Cm. Breite und 1,2 Cm. Höhe. In der Mitte der obern und untern Wand sind Glasscheibchen eingesetzt. Zwei Ansätze *A* und *B* von Messing sind mit Caoutchoucschläuchen verbunden, durch welche erwärmtes destillirtes Wasser zu- und abfliesst. Zwei Thermometer, das eine in der Nähe der Zufluss-, das andere in der Nähe der Abflussmündung zeigen die Temperatur des Wassers an. Das Wasser wird aus einem Wasserbade bezogen, welches auf einen etwas höheren Temperaturgrad gebracht wird, als derjenige, bei welchem man zu arbeiten wünscht. Der Zug des warmen Wassers durch den Apparat hin wird durch einen Quetschhahn, welcher an der Abzugsröhre angebracht ist, regulirt. Das Glasscheibchen der obern Wandung dient zugleich als Objectträger und die Caoutchoucschläuche gestatten, wenn sie hinlänglich lang und biegsam gewählt sind, die Handhabung des Apparates in der Weise, dass man ihn vom Mikroskop abnehmen, das Präparat unter fortwährender Erwärmung anfertigen und unter das Mikroskop zurückbringen kann.

Untersucht man nun ein Stückchen aus dem Innern der Herzwandung am Ende des zweiten oder am Anfange des dritten Brüttages in den verschiedenen oben genannten Flüssigkeiten, so beobachtet man (siehe Fig. 4) eine grosse Anzahl heller, bläschenförmiger Kerne mit einem oder zwei sehr deutlichen Kernkörperchen, welche in ein feinkörniges Protoplasma eingebettet sind. Von dieser Stufe der Herzentwickelung fangen meine Untersuchungen an; ich kann also dem-

gemäss nichts Weiteres über die früheren Zustände und die Bildung weder der Kerne noch des Protoplasma's sagen. Das Protoplasma wird beim Liegen in doppeltchromsaurem Kali und wahrscheinlich auch in anderen Reagentien dunkler und verdeckt dann mehr oder weniger die scharfen Contouren der Kerne. Dies sind die beiden einzigen Elemente, welche zu dieser Zeit die Herzsubstanz zusammensetzen[14]). Auf keine Weise gelingt es, Grenzen in dem Protoplasma aufzufinden, welche etwa andeuteten, dass zu jedem Kerne eine scharf begrenzte Menge von Protoplasmasubstanz gehöre. Noch viel weniger kommen Anzeichen ächter Zellen in dem Sinne der früheren Zellentheorie vor. Das embryonale Herz, sobald es sich als eine von seiner Umgebung abgegrenzte Masse zu bewegen beginnt, besteht nicht aus Zellen, wie dies die meisten Schriftsteller über diesen Gegenstand melden. Ich kann hier sogleich hinzufügen, dass auch auf späteren Stadien der Entwickelung niemals ein Element gefunden wird, welches einer Zelle ähnlich sieht. Es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass die Contraction des jungen Herzens lediglich durch das Protoplasma ausgeführt wird und die Kerne passiv den Bewegungen desselben folgen. Nicht die mindeste Formveränderung ist an den letzteren zu entdecken. Die Zusammenziehungen des Protoplasma's kann man recht gut beobachten, wenn man kleine Stückchen des Herzens auf den zu circa 32 — 34° C. erwärmten Objecttisch bringt und dann eine verdünnte Kochsalzlösung oder dergl. zusetzt. In all meinen Beobachtungen wurden die Herzstückchen von dem erwärmten, noch pulsirenden Herzen genommen und unmittelbar auf den bereits erwärmten Objecttisch gebracht. Man sieht aber nicht viel mehr als eine wogende Bewegung in denselben, welche zwar geeignet ist, mit Bestimmtheit das sich contrahirende Element des Herzens zu erkennen, nicht aber weitere Einsicht in den Vorgang der Contraction zu gestatten. An den Herzen von Embryonen am Ende des dritten[15]) Tages sieht man bereits eine weitere Stufe der

---

[14]) Selbstverständlich abstrahire ich bei diesem Ausspruche von den etwaigen anderen Elementen, aus welchen sich das Nervensystem des Herzens bildet. Ueber diese bin ich mir zur Zeit noch nicht klar; ebenso nehme ich auch hier keine Rücksicht auf die Bildung des Pericardiums.

[15]) Wenn ich hier und im Folgenden von der Beschaffenheit der Herzmuskulatur an den verschiedenen Tagen der Bebrütung spreche, so geschieht dies nur, um einen allgemeinen Anhaltspunkt zu geben; denn an einem und demselben Herzen sieht man oft an verschiedenen Orten ganz verschiedene

Entwickelung der Herzmuskulatur. Es treten nämlich in der Protoplasmasubstanz eine grosse Menge feiner, meist irregulär verlaufender Fasern auf, welche mehr oder weniger reichlich mit einander anastomosiren, etwa so, wie es die Fig. 5 darstellt [16]). Dieselben laufen, wenn man sie nur auf einige Strecken weit verfolgt, stets an den Rändern der Kerne hin, so dass es scheint, als hätten sie sich unter dem Einflusse der letzteren gebildet. Zu dieser Zeit ist also das Protoplasma von zwei anderen Formelementen, den Kernen und Fasern, durchsetzt. An frischen Präparaten, welche man nur in Humor aqueus oder verdünntem Eiweiss zerlegt, sind diese Fasern sehr zart und zerdrücken sich leicht, wenn das Deckgläschen etwas schwer ist. Legt man das Herz eine Viertelstunde lang in eine Lösung von doppeltchromsaurem Kali der oben angegebenen Concentration, so treten die Fasern deutlicher auf, zeigen aber in Ansehung ihrer Grösse, ihrer Beziehung zu den Kernen und ihrer Verbindung miteinander genau den Charakter der an frischen Präparaten beobachteten, so dass man sicher sein kann, dass man es nicht mit künstlichen Gerinnungsproducten zu thun hat. Diese Entwickelungsstufe der embryonalen Herzsubstanz halte ich für wichtig genug, um an dieselbe noch einige Bemerkungen zu knüpfen. Zunächst mache ich darauf aufmerksam, dass man aus Herzen dieser Entwickelungsstufe Gebilde darstellen kann, welche sternförmigen Zellen überaus ähnlich sehen. Ich glaube aber nicht, dass Jemand, welcher die Entwickelung des Herzens im Zusammenhange studirt, daran denken kann, solche Bildungen für ächte Zellen zu nehmen und zwar auf folgende Wahrnehmungen und Ueberlegungen hin. Für's Erste ist an solchen Bildern kein Zeichen einer umhüllenden Membran vorhanden und auch die früheren Stufen der Entwickelung haben kein solches aufgezeigt. Meines Wissens hat auch keiner derjenigen Forscher, welche eine Entstehung der Herzmuskulatur aus Zellen annehmen, wie die Herren Kölliker und Weismann, die Existenz einer Zellenmembran discutirt. Ich will mit diesen Bemerkungen nach keiner Beziehung hin einen Vorwurf aussprechen, da in der That die erwähnten Elemente

---

Stadien der Entwickelung. Es kann sich also demgemäss schon ereignen, dass ein anderer Beobachter eine bestimmte Entwickelungsstufe an einem frühern oder spätern Brüttage beobachtet, als ich es im Text angebe.

[16]) Die Fasern sind hier absichtlich etwas dunkel gehalten, um sie besser hervortreten zu lassen.

Zellen oft so täuschend ähnlich sehen, dass man es nicht für nöthig hält zu beweisen, dass sie solche seien. Zum Zweiten lassen sich zu dieser Zeit aus der Herzsubstanz alle *beliebigen* Formen darstellen; eine in Ansehung ihres Baues oder ihrer Gestalt nach charakteristische Zellenform giebt es gar nicht. Man sollte doch, wenn man es hier mit ächten Zellen zu thun hätte, erwarten, dass bei der Präparation öfters eine oder mehrere gewisse Formen wiederkehrten. Aber dies ist nicht der Fall; bald hängt an einem Kerne nach einer Seite oder nach zwei entgegengesetzten Seiten hin ein wenig Masse an, welche bald breiter, bald schmäler, bald fadenartig aussieht; bald hat man einen oder zwei Kerne neben einander, welche mit einer granulösen Masse umgeben sind, die hier und da kleine Zacken zeigt; bald kommt eine zierlichere Form zum Vorschein und reizt den Beobachter, sie als Zelle anzuerkennen. Zu den bereits von Kölliker aus dem embryonalen Menschenherzen und den von Weismann aus dem embryonalen Hasenherzen verzeichneten könnte ich aus meinem Tagebuche noch eine grosse Anzahl barocker und zierlicher Formen fügen, welche sich alle unter den Begriff sternförmiger Zellen subsumiren liessen, wenn ich einsehen könnte, dass ich damit dieser Darstellung noch einen wesentlichen Vortheil verschaffen würde. Zum Dritten sieht man an nur einigermaassen dünnen, durchsichtigen Stückchen den wahren Sachverhalt zu genau, um an ein Bestehen der Herzsubstanz aus Zellen denken zu können. Man kann einzelne Fasern auf längere Strecken in der Protoplasmaschicht verfolgen, oder an einer ganzen Reihe von Kernen sich hinziehen sehen, wie es z. B. Fig. 6 *a*, *b* darstellt. Sodann ist es noch Pflicht zu erwähnen, dass einige der früheren Beobachter über diesen Gegenstand Angaben machen, welche identisch mit den meinen sind, oder ihnen doch wenigstens in der einen oder andern Beziehung sehr nahe kommen und von denen es unbegreiflich ist, wie man so ganz über sie hat hinwegsehen können. So giebt Lebert schon an, dass sich zwischen den Kernen eine structurlose, contrahirbare Masse finde. Die betreffende Stelle heisst: „Ces globules (unsere Kerne) ne sont nullement libres et flottants dans la substance granuleuse, et lorsqu'on observe les premières contractions du coeur sous le microscope, on peut se convaincre que leur distance respective reste toujours la même. Il s'ensuit nécessairement que c'est la substance interglobulaire qui maintient les globules immobiles, ce qui fait, que cette première contraction du coeur a lieu dans la masse tout entière de cette substance musculaire primordiale.“ Auch die Zeich

nungen, welche Clarke von der mikroskopischen Beschaffenheit des Herzens zwischen dem dritten und vierten Tage der Bebrütung giebt, und die Bemerkungen, welche er im Text darüber macht, stimmen mit dem, was ich gesehen. Seine Figur 7, auf welche ich hier besonders verweise, unterscheidet sich von der entsprechenden meinigen durch nichts als den Umstand, dass er zufällig ein Stückchen Herzsubstanz abbildet, in welchem die Kerne und Fasern eine regelmässige Anordnung haben. Nirgends aber ist ein Zeichen von Zellen vorhanden; nur Kerne und Fasern liegen in der granulösen Substanz.

In den bisherigen Mittheilungen, welche die Entstehung der Muskelfasern bis auf ihr erstes Erscheinen zurückführen, ist das wesentliche Interesse enthalten, welches zur Zeit dieser Gegenstand vom morphologischen Standpunkte aus haben kann. Ich habe indess noch einige weitere Stufen der Entwickelung verfolgt. Es sind die folgenden. Vom ersten Erscheinen der Fasern an treten die Kerne einen Rückbildungsprocess an, welcher in dem Maasse deutlicher und auffälliger wird, als die Ausbildung der Fasern vorschreitet. Sie erscheinen dabei in Grösse und Zahl immer unbedeutender gegenüber der Zwischensubstanz und ihren Fasern. Ob sich neben den alternden Kernen in dem Protoplasma noch neue bilden, mit denen das weitere Wachsthum der Fasern zusammenhängt, weiss ich nicht. Sobald die Fasern consolidirt sind, fangen auch die Querstreifen an hier und da zu erscheinen; es giebt aber kein bestimmtes Merkmal, welches an irgend einem der das embryonale Herz zusammensetzenden Elemente hervortrete und bestimmt den Eintritt der Querstreifung ankündigte. Sobald die Fasern etwas an Breite zugenommen haben und deutliche Querstreifung zeigen, sind sie besonders geeignet, ihre mannigfachen Verbindungen unter sich zu zeigen; es ist dann noch genug formlose Masse mit Kernen vorhanden, um den Lauf der Fasern deutlich verfolgen zu lassen, was nicht mehr so leicht geht, sobald die Fasern dichter gedrängt auftreten. In der Fig. 7 sind Entwickelungsstadien der zuletzt erwähnten Art dargestellt. Wie sich das Sarkolemma der geflechtartig sich verbindenden Muskelfasern entwickelt, habe ich nicht untersucht.

Nach diesen Mittheilungen wird man nicht die Aehnlichkeit verkennen, welche zwischen der Bildungsgeschichte der Muskulatur des Herzens und der der Skeletmuskeln besteht. Protoplasmamassen mit bläschenförmigen Kernen, bei aller Abwesenheit von ächten Zellen, bilden

in beiden Fällen das erste Material. Ueber die Art, wie dieses selbst entsteht, habe ich noch keine Untersuchungen angestellt; insbesondere kann ich also auch nicht sagen, ob Lebert's globules organoplastiques existiren und ob sich etwa aus ihnen die Kerne der Protoplasmasubstanz bilden oder nicht. Ich will jedoch erwähnen, dass es mir vorkam, als bilde sich das Protoplasma unter dem Einflusse der Kerne, indem bei den jüngsten Herzformen, welche ich untersuchte, mir die Zwischensubstanz nicht so reichlich in Bezug auf die Kerne schien, als unmittelbar vor dem ersten Auftreten der Fasern; doch mag ich mich auf diese mehr im Vorübergehen gemachte Wahrnehmung nicht verlassen.

In dem Protoplasma entstehen nun in beiden Fällen direct und ohne weitere Zwischenglieder zarte Fasern, die allmählich an Dicke zunehmen und schon frühzeitig die queren Streifen zeigen. Die ersten Anlagen dieser Fasern geschehen in allen Fällen dicht an den Rändern der Kerne. Es mag bei dieser Gelegenheit noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass, da die Muskelfasern des Herzens und die der Skeletmuskeln so grosse Aehnlichkeit in allen Punkten ihrer Entwickelungsgeschichte zeigen, aus dem deutlichsten Mangel aller Zellen im Herzen ein weiterer Wahrscheinlichkeitsgrund für die oben erwähnte Annahme hergenommen werden kann, dass diejenigen Primitivbündel der Skeletmuskeln, welche aus deutlich abgegrenzten Protoplasmacylindern entstehen, ursprünglich keine Zellen waren, in denen das kernhaltige Protoplasma als Inhalt lag. Die Formdifferenzen, welche zwischen der Entwickelung der Skeletmuskelfasern und der der Herzmuskelfasern vorkommen, sind unbedeutend, und bestehen lediglich darin, dass bei den Skeletmuskelfasern sich frühzeitig das Protoplasma zu einem Cylinder formt, während es bei der Herzmuskulatur in keinen besonderen Formen auftritt. Aber selbst dieser Unterschied wird noch durch den Umstand gemildert, dass nach den oben mitgetheilten Beobachtungen von Clarke sogar bei den Skeletmuskeln ein Typus vorkommt, welcher der Regel auf's Haar gleicht, nach welcher sich die Herzmuskelfasern entwickeln. Schliesslich will ich noch bemerken, dass ich auch beim Froschherzen die Sache im Wesentlichen so wiedergefunden habe. Ich verkenne die Lücken der vorstehenden Arbeit nicht; ich weiss recht gut, dass die Bildung des Herzbeutels, des Herznervensystems und des Sarkolemma's noch weitere Punkte der Untersuchung bilden müssen, doch schien es mir bereits wichtig genug, den durch

Beobachtung gewonnenen Satz zu publiciren, dass im sich bewegenden embryonalen Vogelherzen **keine** Zellen vorkommen und dass insbesondere die Vorstellung über den Aufbau des Herzens aus sternförmigen Zellen nicht dem wahren Sachverhalte entspricht.

§. 4.

Einige Beobachtungen über die Bewegungserscheinungen des embryonalen Vogelherzens.

Ich übergehe hier diejenigen Erscheinungen, welche von den Embryologen über die erste Zeit und den Modus der Bewegung des Herzens beschrieben worden sind. Ebenso kann ich auch keine besondere Rücksicht auf R. Wagner's Versuche nehmen, da ich sie nicht behufs der Beantwortung einer scharf formulirten Frage angestellt finde. Zwar hielt Wagner von ihnen, dass sie geeignet wären, die Richtigkeit der Haller'schen Irritabilitätslehre zu beweisen, insofern man hier schon Bewegung beobachte, bevor die Centraltheile des Nervensystems und die Ganglien des Herzens ausgebildet wären. Aber man sieht ein, dass ihnen eine solche Tragweite nicht zukommt; denn da sich das Herz auch dann schon zusammenzieht, wenn es noch keine Muskelfasern enthält, so muss es auch für möglich gehalten werden, dass auf diese primitive, contractile Substanz sich auch schon das Nervensystem wirksam zeigen kann zu einer Zeit, wo wir es noch nicht in der Form der Nervenzellen und Nervenfasern beobachten. Ich habe die Bewegungen des embryonalen Herzens mit Rücksicht auf die Frage studirt, ob auch an dem Vogelherzen die wesentlichen Erscheinungen auftreten, welche bei der Quertheilung des Froschherzens beobachtet werden. Ich zog dabei das embryonale Herz aus zwei Gründen dem erwachsenerer Thiere vor: es ist an ihm bequemer zu arbeiten und sodann ergiebt sich dabei, ob die etwa zu gewärtigende physiologische Eigenthümlichkeit sich schon in der ersten Anlage des Herzens ausprägt, oder später hinzukommt. Ich habe also untersucht, wie sich die Bewegungserscheinungen des embryonalen Vogelherzens verhalten, wenn man es zwischen den Vorhöfen und den Ventrikeln, oder den Theilen, aus welchen sich diese später bilden, der Quere nach theilt. Das hauptsächlichste Factum, welches ich gefunden habe, lässt sich am besten an Embryonen von 12 Tagen und darüber beobachten. Hat man sich aber erst einige Uebung in der Manipulation der zarten Embryonaltheile erworben, so kann man es auch an jüngeren

Individuen bestätigen. Es ist mir sogar gelungen, dasselbe schon an nur drei Tage alten Embryonen wahrzunehmen. Es besteht darin, dass sich beim Vogelherzen mit einer kleinen Modification die am Froschherzen gekannten Erscheinungen wiederfinden. Trennt man nämlich das embryonale Vogelherz dicht an der Atrioventricularfurche der Quere nach, jedoch so, dass die Ventrikel selbst dabei keinen Schaden leiden, so schlagen die Vorhöfe fort, die Ventrikel aber ruhen. Dabei ist jedoch Folgendes zu bemerken. Dies findet nämlich nur bei gewissen Temperaturen statt, bei andern fangen auch die Ventrikel wieder an zu schlagen. Wenn ich das im warmen Raume liegende noch schlagende Herz des geöffneten Embryo bei einer Temperatur zwischen 20 und 30° C. an der bezeichneten Stelle theile, so habe ich genau die Erscheinungen des Froschherzens, wie sie einer Quertheilung desselben an der analogen Stelle folgen. Bei Embryonen von 17 Tagen habe ich die abgetrennten Vorhöfe, welche ganz aus dem Embryokörper herausgenommen waren, noch bis $1^1/_2$ Stunden bei circa 23° C. fortpulsiren sehen, während die Ventrikel ruhten. Gewöhnlich halten allerdings die Pulsationen der ersteren nicht so lange an; je zarter sie sind und je weniger sie von Blut oder den embryonalen Gewebeflüssigkeiten umspült sind, desto früher büssen sie ihre Pulsationen ein. Erwärmt man die bei diesen Temperaturen ruhenden Ventrikel bis zu circa 37° C., so fangen auch sie wieder an zu schlagen. Für gewöhnlich reicht dieser Temperaturgrad allerdings nicht aus, indem er in der Regel bis zu 40° C. zu erhöhen ist; allein ein paar Mal, insbesondere bei 8tägigen Embryonen, ist es mir doch vorgekommen, dass schon jene Temperatur genügte und deshalb führe ich sie hier als Grenztemperatur in dieser Beziehung auf. Erkältet man die Ventrikel auf Temperaturen zwischen 20 und 30° C., so ruhen sie wieder, um bei 40° C., die man ihnen demnächst giebt, abermals zu pulsiren. Diesen von der Temperatur abhängigen Wechsel zwischen Ruhe und Bewegung kann man mehrmals hintereinander wiederholen. Es ergiebt sich also hieraus, dass bei den Vorhöfen die Anregung zur Bewegung nicht in die engen Grenzen der Temperatur gezwängt ist, wie bei den Ventrikeln und weiter, dass, da die Brütetemperatur im Innern des Eies sich nicht immer bis zu 40° C. erhebt, man annehmen muss, dass für gewöhnlich die Ventrikel die Anregung zur Bewegung von den Vorhöfen her empfangen müssen. Ueberflüssig ist wohl die Bemerkung, dass die abgetrennten und bei 20—30° ruhenden Ventrikel noch reizbar sind, indem

sie auf jeden mechanischen Reiz eine Pulsation vollziehen. Schneidet man die ruhenden Ventrikel dergestalt der Quere nach durch, dass das eine der durch den Schnitt entstehenden Stücke die Herzspitze, das andere den der Kreisfurche zunächst gelegenen Theil enthält, und erwärmt man dann beide bis circa 40° C., so fängt nur der zuletzt erwähnte Abschnitt wieder zu pulsiren an, der andere bleibt in Ruhe, ist aber noch reizbar, so dass jede mechanische Erregung, welche denselben trifft, eine einmalige Pulsation auslöst. Ich betrachte diese Wahrnehmungen nur als eine erste Einführung in dieses Gebiet und empfehle es zur weiteren Bearbeitung.

So eben kommt mir eine Arbeit von Prof. Eberth[17]) zu Gesicht, welche behauptet, „dass das Herz meist nur kurze, ein- und mehrkernige prismatische **Zellen** enthalte“. Falls dieser Ausspruch auch auf das embryonale Vogelherz Anwendung finden soll, muss ich ihm nach meinen Untersuchungen gleichfalls widersprechen.

---

[17]) Eberth, die Elemente der quergestreiften Muskeln. Virchow's Archiv Bd. 37 S. 100.

Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion.

Von

C. Eckhard in Giessen.

Meine früheren Arbeiten über Speichelsecretion und die Functionen der Chorda sind für mich Veranlassung gewesen, den weiteren Bearbeitungen dieser Gegenstände von anderer Seite her zu folgen und dieselben zu prüfen. Ich wähle für diesmal Bernard's Lehre von der reflectorischen Wirkung des Ganglion linguale und v. Wittich's Beobachtungen über den Einfluss des Sympathicus auf die Parotis des Schafes aus.

1. Bekanntlich hat Herr Bernard[1]) behauptet, dass das Ganglion linguale die wichtige Function besitze, bei Reizungen, welche die peripherischen Ausbreitungen des Nervus lingualis auf der Zunge treffen, dieselben reflectorisch auf die Fasern der Chorda zu übertragen und dadurch Speichelsecretion zu erregen. Als ich die Beweisführung für diese Ansicht durchging, kamen mir eine Anzahl von Bedenken, welche ich bei Bernard nicht beseitigt fand. Ich habe dieselben sämmtlich durchgeprüft und bin dabei zu dem Resultat gekommen, dass Bernard's Behauptung nicht richtig ist. Ich habe dies bereits auf der hier im Herbste 1865 abgehaltenen Versammlung der Naturforscher mitgetheilt und würde hier nicht noch einmal besonders darauf zurückkommen, wenn nicht Bernard's Angabe bereits anfinge, sich in die Lehrbücher einzubürgern. So lese ich z. B. bei Kühne[2]): „Wird der Lingualis oberhalb der Abgangsstelle der Chorda tympani und gleichzeitig auch der Drüsensympathicus durchschnitten, so rufen gewisse Reizungen auf der Zunge, z. B. Erregen der Zungenspitze mit

---

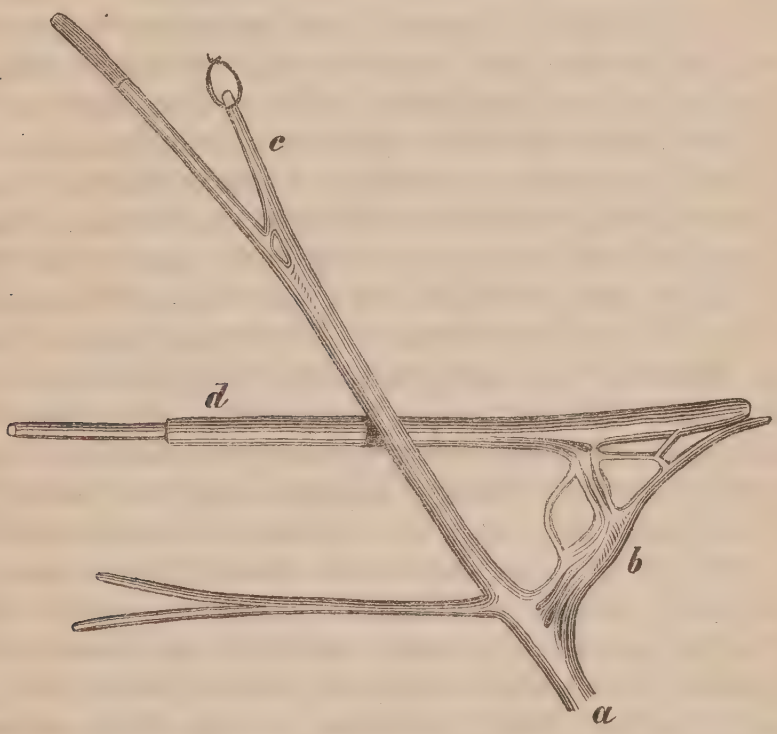
[1]) Annales des sciences naturelles, tome XVIII. p. 374.

[2]) Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866. S. 3.

Inductionsschlägen oder Reizung derselben durch rasches Uebergiessen mit Aether, immer noch Absonderungen hervor, die aber nicht eintreten, wenn statt dieser Reize andere, besonders solche verwendet werden, die Geschmacksempfindungen bewirken. Die hier folgende Salivation hört natürlich augenblicklich auf, wenn der Lingualis zwischen der Zunge und dem Ganglion submaxillare durchschnitten wird; es genügt selbst, die Verbindungsfäden zwischen dem Ganglion und der Chorda zu trennen. Wie leicht ersichtlich, kann die Erregung von der Zunge bis zur Drüse keinen andern Weg nehmen, als durch den Lingualis zum Ganglion und von diesem in die Chorda. Das interessante Factum ist der erste und einzige bekannte Reflexvorgang ohne Betheiligung nervöser Organe der Cerebrospinalaxe.“ Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob Herr Kühne sich mit dieser Sicherheit einfach in Folge von Bernard's Angabe ausdrückt. oder ob ihn dazu besonders angestellte Beobachtungen geführt haben; wenigstens sind mir die etwaigen letzteren nicht bekannt geworden. Auffallend ist in Bernard's Angabe der Umstand, dass nach der Durchschneidung des Lingualis vor seiner Verbindung mit dem Ganglion submaxillare die Reizung der Zungenschleimhaut keine Speichelsecretion auf reflectorischem Wege einleitet, während die der Aeste des Lingualis, bevor sie in ihre Endausbreitungen auf der Zunge übergehen, sich wirksam erweist. Diese Erfahrung hat zur Zeit im Gebiete reflectorischer Erscheinungen kein Analogon, dort gilt im Gegentheil der umgekehrte Satz. Durch Kühne's Angaben scheint zwar dieses Bedenken beseitigt zu sein, allein in Wahrheit leisten sie dies doch nicht. Die Secretion, welche auf Reizung der Zungenspitze mit Inductionsschlägen entsteht, ist nicht beweisend; sie kann leicht begreiflicher Weise eine directe sein. Was die nach Begiessungen der Mundschleimhaut mit Aether betrifft, so habe ich sie nie gesehen; besteht sie also bisweilen, so muss sie einem zufälligen Umstande zugeschrieben werden, der im einzelnen Falle besonders aufzuklären ist, oder es verlangt das Gelingen des Experimentes noch die Berücksichtigung eines besonderen Umstandes, von welchem bisher nichts Näheres bekannt geworden ist. Dieser Widerspruch mit einer allgemein giltigen Erfahrung für die Reflexphänomene mahnt zu weiteren Prüfungen. Geht man von der Voraussetzung aus, es sei richtig, dass die Reizung der Zweige in ihrem Verlauf die Secretion hervorrufe, dann führt der eben entwickelte Widerspruch entweder auf die Annahme, dass in die Lingualiszweige aus fremden Bahnen die Secretion anregende

Nerven fliessen, die man in diesem Falle direct reizt, oder zur Anerkennung, dass es sich hier um eine Erscheinung handle, welche in gewisser Beziehung wirklich neu ist, dass nämlich hier nicht wie im Gebiete reflectorischer Erscheinungen sonst die Regel gilt, dass die feinsten Enden zur Auslösung reflectorischer Erscheinungen die geeignetsten Stellen sind. Bei meinen Untersuchungen bin ich nun wirklich von der Voraussetzung ausgegangen, dass es mit Bernard's Angabe seine Richtigkeit habe. Da ich mich aber zur zweiten der eben angegebenen Alternativen nicht entschliessen konnte, so überlegte ich mir, auf welche Weise wohl in die Zweige des Lingualis aus anderen Nervenquellen Fasern eintreten und von der Peripherie her in jene nach der Drüse eintreten könnten. Ich dachte, wenn auch entfernt, an folgende Möglichkeiten. Zuerst erinnerte ich mich der wenigstens beim Menschen vorkommenden Anastomose zwischen N. hypoglossus und N. lingualis und gab die Möglichkeit zu, dass von dem ersten, als einem motorischen Nerven, Fäden in den zweiten treten und dann in demselben von der Peripherie rückwärts nach der Drüse treten könnten. Demgemäss reizte ich den Hypoglossus vor seinem Eintritt in die Zunge, es erfolgte aber keine Speichelsecretion. Ausserdem dachte ich daran, dass aus der Bahn des Lingualis einer Seite Fasern in die der andern übertreten und dann hier rückwärts bis zur Drüse verlaufen könnten. Gross war allerdings die Wahrscheinlichkeit für ein solches Verhalten nicht, da kein unzweideutiger Fall bekannt ist, dass ein Nerv die Mittellinie des Körpers überschreite, aber da einerseits diejenigen Anatomen, welche sich mit genauen Zergliederungen der Chorda und des Lingualis beschäftigt, angeben, dass nur ein Theil der Chorda-Fasern in das Ganglion linguale trete und andererseits ich von der Richtigkeit der Bernard'schen Angabe ausging, so hielt ich es doch für gerathen, einige Versuche hierüber anzustellen. Ich reizte also den durchschnittenen Lingualis vor seinem Eintritt in die Zunge und beobachtete die Secretion in der Drüse der andern Seite, aber auch dieser Versuch fiel negativ aus. Hiermit waren derartige Möglichkeiten erschöpft und so blieb mir nichts Anderes übrig, als den oben erwähnten Widerspruch mit bekannten Lehren der Reflexbewegungen anzuerkennen. Der Entschluss dazu wurde mir jedoch so schwer, dass ich vorher noch einmal die Bernard'schen Versuche zu wiederholen beschloss. Dabei habe ich mich nun auf das Deutlichste überzeugt, dass dem Ganglion linguale die angegebene reflectorische Wirkung nicht zukommt. Ich be-

schreibe einige Versuche, welche dies darthun. An einem grossen Hunde, in dessen Ductus Whartonianus ich eine Canüle eingelegt hatte, überzeugte ich mich erst durch Reizung der Mundhöhlenschleimhaut, welche eine starke Speichelsecretion hervorrief, dass bei der Operation der Drüsennerv nicht verletzt worden und überhaupt Alles in Ordnung war. Hierauf durchschnitt ich den Lingualis jenseits des Ganglion linguale, nach dem Gehirn zu. Die Figur stellt die nach dem Versuche herauspräparirten Nerven etwas vergrössert dar. Ich füge



diese Zeichnung bei, um ein möglichst concretes Beispiel zu haben. Bei *a* ist die vorher erwähnte Schnittstelle; *b* ist das Ganglion, dies war also in vollkommener Integrität geblieben; *d* ist der Gang mit der in ihn eingebundenen Canüle. Dem Durchschneiden folgte die Entleerung von ein paar Tropfen Speichel, welche offenbar in Folge des durch die Durchschneidung gesetzten Reizes abgesondert worden waren. Nachdem die Secretion aufgehört hatte, reizte ich die Zungenschleimhaut mit einer Kochsalzlösung; es erfolgte keine Secretion, selbst nicht als man sechs Minuten hindurch auf eine solche gewartet hatte. Jetzt tauchte ich den horizontalen Zweig der Abbildung des N. lingualis in eine concentrirte Kochsalzlösung. Er verweilte darin sechs Minuten, ohne eine Absonderung zu

erregen. Der letzte noch in die Salzlösung eingetauchte Punkt des Zweiges war 1 Cm. vom Ganglion entfernt. Ich habe mich besonders davon überzeugt, dass nicht etwa eine Knickung des Wharton'schen Ganges oder ein anderes Hinderniss den etwa abgesonderten Speichel am Ausfluss gehindert habe. Endlich führte ich eine kurze, gut mit Blut aufgeweichte Fadenschlinge um den Lingualiszweig *c* und reizte den letzteren elektrisch. Bei einer Entfernung von 1 Cm. der untersten Elektrode vom Ganglion und 5 Mm. langer interpolarer Strecke erhielt ich keine Absonderung: eine besondere Prüfung ergab, dass der Inductionsapparat vollkommen seine Schuldigkeit that. Rückte ich mit der unteren Elektrode am gedachten Lingualiszweig mehr und mehr nach dem Ganglion hin, so trat allmälig einige Absonderung ein und vermehrte sich in dem Maasse, als ich mit der Näherung fortfuhr. Dies in Verbindung mit der Erfolglosigkeit der vorher erwähnten Kochsalzreizung zeigt, dass die lezteren Erfolge auf Stromschleifen, secundäre Wirkungen oder unipolare Ableitungen zu beziehen sind. Der folgende Versuch zeigte mir die Existenz einer dieser Wirkungen auf's Deutlichste. Ich wollte Jemand die Erfolglosigkeit der elektrischen Reizung der peripherischen Lingualiszweige zeigen. Der Lingualis war vor seiner Verbindung mit dem Ganglion durchschnitten und Alles zur Reizung vorbereitet. Bei Anlegung eines Pols an einen Lingualiszweig trat sofort profuse Speichelsecretion ein, und man meinte, ich sei im Irrthum. Sobald ich jedoch den secundären Kreis durch eine kürzere Nervenstrecke schloss, sistirte die Secretion, stellte sich aber sofort wieder minder oder mehr reichlich ein, wenn ich durch ein längeres Nervenstück oder gar nicht schloss. Sie bestand auch noch unipolar fort, nachdem ich den Nerv unterbunden hatte. Bernard wird derartige Wirkungen in Abrede stellen und sich auf die positiven Erfolge, welche er durch Reizung mit Kochsalz erhalten zu haben versichert, berufen. Ich habe daher in anderen Versuchen dieser Reizungsart noch eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt, allein in allen, ich habe deren 6 — 8 angestellt, erhielt ich nur dann und wann Spuren von Wirkungen, wenn ich dem Ganglion äusserst nahe kam, so dass durch capilläre Wirkung, oder, wie es häufig bei dieser Art von Reizung geschieht, durch Unvorsichtigkeit etwas von der Salzlösung in die Nähe des Abgangs der Drüsennerven gelangen konnte. Ich kann versichern, dass in keinem derjenigen Versuche, wo mich der Verdacht auf solche Wirkungen nicht quälte, ich niemals ein positives Resultat erhalten habe. Ich will noch bemerken, dass die Erfolglosig-

keit der von mir ausgeführten Reizungen nicht etwa auf dem Umstande beruhend gedacht werden darf, dass man annimmt, es lägen die wirksamen Fasern in ganz besonderen einzelnen Zweigen des Lingualis, denn in mehreren Fällen habe ich die Reizung in gleicher Weise erfolglos auf sämmtliche peripherische Verzweigungen des Lingualis ausgedehnt.

Nach diesen Versuchen betrachte ich für mich die Sache zweifellos für dahin erledigt, dass das Ganglion linguale in Verbindung mit den peripherischen Lingualiszweigen nicht in reflectorischer Beziehung zur Speichelsecretion steht.

2. Im Laufe vergangenen Sommers wurde ich mit den Versuchen bekannt, welche Herr v. Wittich[1]) über den Einfluss des Halssympathicus auf die Secretion in der Parotis des Schafes und anderer Thiere angestellt hat. Da ich[2]) ähnliche Versuche an der Parotis des Pferdes angestellt hatte, interessirten mich v. Wittich's Mittheilungen in hohem Grade, und ich nahm mir vor, mich sobald als möglich von ihrem Inhalte durch eigne Anschauung zu überzeugen. Dazu forderte mich noch besonders der Umstand auf, dass nach einer Beziehung hin eine kleine Differenz zwischen v. Wittich's und meinen Resultaten bestand. Während nämlich das von mir bei der Reizung des Sympathicus am Halse aus der Parotis des Pferdes erhaltene Secret sich im Allgemeinen dem unter ähnlichen Reizungsverhältnissen aus der Submaxillardrüse des Hundes erhaltenen Secrete anschloss, war das durch Herrn v. Wittich am Schafe gewonnene hell und dünnflüssig, kam also dem Chordaspeichel der Submaxillardrüse des Hundes gleich. Meine Prüfungen der von Herrn v. Wittich gemachten Angaben haben mich indess zu einer Reihe weiterer Versuche und in Folge derselben zu einer Vorstellung über die secretorische Thätigkeit der Parotis des Schafes geführt, welche nicht mit der über dieselbe Drüse beim Hunde und anderen Thieren gangbaren stimmt. Ich gestehe, dass mich die Thatsachen zur Zeit etwas befremden; da ich aber dieselben für hinlänglich gesichert halte, so nehme ich keinen Anstand, sie zu publiciren. Ich bitte das physiologische Publicum, davon Notiz zu nehmen, die Versuche zu wiederholen, fortzuführen und zu ergänzen. Ich stelle für die Parotis des Schafes folgende Sätze auf:

---

[1]) Berliner Klinische Wochenschrift, 11. Juni 1866. S. 255 und Virchow's Archiv Bd. XXXVII. Heft 1. S. 93.

[2]) Diese Zeitschrift Bd. XXVIII. S. 128.

a) Diese Drüse secernirt **stetig.** Wenn man eine Canüle in den Gang des Steno eingesetzt hat, so sieht man sofort das helle Secret der Drüse zwar langsam, aber stetig tropfenweise abfliessen. Nur wenn die Canüle durch ihre Schwere den Gang einknickt, oder wenn man die Hautlappen, welche bei der Aufsuchung des Sympathicus im hintern Ende des obern Trigonums am Halse entstehen, so unzweckmässig zurückzieht, dass dadurch der Ursprung des Steno'schen Ganges verschlossen wird, hört der Ausfluss aus der Canüle auf. Ich habe wohl beobachtet, dass die Schnelligkeit der Tropfenbildung etwas variirte, aber ich habe sie nie auf Null herabsinken sehen, ohne dass der eine oder andere der eben angeführten Umstände oder ein anderer ähnlicher nachzuweisen gewesen wären. Ich habe mir die Mühe genommen, Stunden lang diese continuirliche Secretion zu verfolgen. Ihre Grösse ist bei verschiedenen Thieren und den beiden Parotiden eines und desselben Thieres verschieden, behält aber ihren individuellen Werth stundenlang bei. Im Allgemeinen sammelte ich aus einer Drüse 3 — 5 Ccm. innerhalb 5 Minuten, was für beide Drüsen während 24 Stunden die erheblichen Werthe 1728 — 2880 Ccm. giebt. Dies Resultat habe ich an drei Schafen ohne Ausnahme gefunden. Selbstverständlich tritt die Stetigkeit der Secretion um so schärfer hervor, je weiter der Steno'sche Gang ist, da die Weite desselben stets mit der Energie der Secretion correspondirt. Die Submaxillardrüse dieses Thieres, welche ich in Folge dieser Erfahrung in derselben Richtung prüfte, zeigte keine stetige Secretion, verhielt sich also wie die analoge des Hundes.

Man fragt sich natürlich, durch welchen Hirnnerven diese anhaltende Secretion unterhalten werde, denn es ist nicht allein der Mühe werth, die Nervenfasern und den Hirntheil kennen zu lernen, welche durch eine so unausgesetzte Thätigkeit nicht ermüden, sondern es ist auch bei der reinen Darlegung anderer Einflüsse auf die Secretion in dieser Drüse, wie etwa des Sympathicus, nothwendig, die Einwirkung jenes Nerven auszuschliessen. Ich bin nun aber in Verlegenheit, erklären zu müssen, dass

b) die **stetige** Secretion in der Parotis nicht unter dem Einfluss irgend eines Gehirnnerven, ja überhaupt nicht unter dem irgend eines ausserhalb der Drüse entspringenden Nerven steht. Die Erfahrungen, welche mich zu diesem, den bekannten Thatsachen über die Speichelsecretion gegenüber so gewagt scheinenden Schlusse führen, sind in der Erzählung des folgenden Versuchs,

welcher hier als Paradigma mehrerer steht, enthalten. Nachdem ich bei einem Schafe mich von dem Gange der stetigen Secretion durch Beobachtungen wie die vorher erwähnten überzeugt hatte, suchte ich mir die nach der Parotis gehenden Drüsenzweige des Trigeminus auf. Ich lüftete sorgfältig die Drüse von vorn her bis zum hinteren Rande des aufsteigenden Unterkieferastes und zwar in der Weise, dass ich jedes mir dabei zu Gesicht kommende Gefäss doppelt unterband und dann zwischen beiden Ligaturen durchschnitt. Die dadurch entstehende Reinlichkeit der Wunde liess mich die erwähnten Nerven bald finden. Ich fixirte dieselben durch eine Ligatur und schnitt sie oberhalb derselben, d. h. nach dem Hirnende zu, durch. Die Secretion bestand jedoch ungeschmälert fort. Darauf reizte ich das mit der Drüse verbundene Nervenstück, anfangs durch schwächere, dann durch stärkere Inductionsströme; dies Alles war jedoch ohne Erfolg. Ich kann versichern, dass dabei keine Vorsicht versäumt und namentlich auch kein Zweig des fraglichen Nerven übersehen worden ist. Dies Ergebniss hatte ich nicht erwartet, um so weniger, als ich früher das gegentheilige viele Mal an Hunden, Pferden und Eseln[3]) erhalten hatte. Selbstverständlich kam jetzt der Facialis an die Reihe. Mit ihm verfuhr ich in derselben Weise, begegnete aber auch hier demselben unerwarteten, negativen Erfolg; die Secretion hatte nach dem Durchschneiden des Nerven keine Aenderung erlitten und vermehrte sich auch nicht bei der Reizung. Ich dachte nun an die Möglichkeit, dass die cerebrospinalen Nerven für die Drüse im Sympathicus auf- oder absteigen könnten, um so mehr, als ich bei einer vorherigen Präparation desselben von seinem starken Ganglion superius aus ansehnliche Zweige an die Carotis hatte gehen sehen, und ausserdem es nicht besonders absurd erschien, dass der Trigeminus vom Gasser'schen Ganglion aus seine Zweige abwärts durch die Bahn des Sympathicus der Drüse zuführe. Die Trennung des Sympathicus an seiner Verbindungsstelle mit dem Vagus machte keine Schwierigkeiten, selbst nicht auf der linken Seite, für welche sie v. Wittich[4]) für unausführbar hält. Es ist wahr, dass hier die Verbindung des Vagus und Sympathicus etwas höher als auf der rechten Seite gelegen ist, aber ich finde darin nicht das mindeste Hinderniss, auf dieser Seite zu operiren. Etwas schwieriger ist das obere Ende des Sympathicus zu erreichen. Doch

[3]) Meine Beiträge Bd. III. S. 49 und 50.

[4]) Virchow's Archiv l. c. S. 93.

gelingt auch dies ohne namhafte Schwierigkeit, wenn man den Musc. mastostyloideus von seiner hinteren Insertion löst und vor der Operation am lebenden Thiere sich die Lage des Sympathicus an einem präparirten Kopfe einprägt. Der Erfolg beider Durchschneidungen, sowohl ober- als unterhalb des Ganglions, war indess gleichfalls ein negativer. Dabei will ich bemerken, dass es mir geschienen hat, als schliesse der Sympathicus oberhalb seines obersten Halsganglions sensitive Fasern ein, eine Bemerkung, die natürlich weiter nichts mit unserem eigentlichen Gegenstande zu thun hat. Endlich schnitt ich noch das Ganglion selbst aus, um zu sehen, ob nicht dieses etwa die Quelle der die Secretion in der Drüse anregenden Fasern sei. Aber auch das Bestehen dieser Möglichkeit wurde verneint. Nach all diesen an einer Seite des Schafes ausgeführten Operationen hing die Drüse nur noch an ihren Blutgefässen, secernirte aber, obschon zu dieser Zeit stark erkaltet, noch munter fort. Doch konnte ich nach diesen Erfahrungen noch immer nicht recht an die Möglichkeit glauben, dass die Parotis keine Anregung zur Secretion vom Hirn her empfangen sollte, und hatte ich daher die in dieser Beziehung noch restirenden Prüfungsmethoden in's Werk zu setzen: nämlich die anatomische Verbreitung der bezüglichen Gehirnnerven in der Parotis zu untersuchen und zu prüfen, in wie weit man auf reflectorischem Wege von den sensibeln Nerven der Mundhöhle aus die Secretion in jener Drüse anregen könne. In ersterer Beziehung habe ich die Nn. facialis, auriculotemporalis und Chorda tympani untersucht. Die letztere ergab den einfachen Verlauf wie beim Menschen, insbesondere giebt sie keinen sich um das Kiefergelenk herumschlagenden Zweig ab, wie dies beim Kaninchen der Fall sein soll[5]). Bezüglich der beiden andern galt es mir wesentlich darum, mich zu überzeugen, ob ich bei der Vivisection keine Zweige bei der Reizung ausser Acht gelassen hätte, namentlich war ich in Bezug auf diesen Punkt beim Ramus auriculotemporalis Trigemini nicht sicher. Die Präparation nahm ich in einem ersten Beispiele an dem Kopfe vor, an welchem ich experimentirt hatte und führte sie von der Innenfläche des Schädels her aus. Die Prüfung ergab, dass bei der Vivisection alle Zweige beider Nerven noch in der gereizten Abtheilung eingeschlossen gewesen waren. Ausserdem führte die Verfolgung der peripherischen Ausbreitung der Nerven in die Drüse hinein, in

---

[5]) Rahn, Henle's und Pfeufer's Zeitschrift. Neue Folge Bd. 1. S. 225.

Uebereinstimmung mit dem Resultat der Reizung, zu keinem Faden, der sich in der Drüsensubstanz verbreitet hätte. Vom R. auriculotemporalis schien zwar ein Zweig tief in das Innere der Drüse zu führen, als ich ihm aber sorgfältig nachging, sah ich ihn sich an grössere Zweige des Facialis schliessen und mit diesen peripherisch weiterziehen. In gleicher Weise konnte ich vom Facialis keinen Zweig in das Innere der Drüsensubstanz verfolgen. Dass noch andere Nervenbahnen in die Drüse eindringen sollten, ist mir nicht wahrscheinlich. In der Drüse, welche zum vorher beschriebenen Experiment gedient hatte und schliesslich nur noch an den Gefässen hing, konnte ausser den vom Sympathicus kommenden Zweigen und den bereits erwähnten Nerven kein anderer Nervenzweig aufgefunden werden. Um zu prüfen, ob durch Reizung der Mundhöhlenschleimhaut die Parotissecretion zu beschleunigen sei, habe ich folgende Experimente angestellt. Ich bestimmte:

α) die Menge des Parotidensecretes ohne alle Reizung. Sie betrug für einen bestimmten Fall

von 1 h 21
bis 1 h 26 7,0 Ccm.

Um ohngefähr die Grenzen kennen zu lernen, innerhalb deren die abgesonderten Mengen schwanken möchten, machte ich nach Verlauf von 12 Minuten eine zweite Bestimmung; es wurden abgesondert

von 1 h 38
bis 1 h 43 5,5 Ccm.

Im Mittel von fünf Minuten also 6,3 Ccm.

β) Hierauf wurde dem Thiere verdünnte Essigsäure in den Mund gespritzt. Im ersten Momente schien eine reichlichere Absonderung stattzufinden. Das Secret aber, welches vom Anfang der Einspritzung

um 1 h 45
bis 1 h 50

aufgefangen wurde, maass nicht mehr als 5,0 Ccm.

Dabei muss ich bemerken, dass dieser Versuch, wie die folgenden ähnlichen, nicht reine Reizungen sensibler Nerven darstellen, sondern dass, da sie stets mehr oder weniger mit Kieferbewegungen verbunden waren, die Speichelabsonderung möglicher Weise das Resultat dreier Factoren darstellt, nämlich: der directen reflectorischen Uebertragung auf die Secretionsnerven, der Miterregung, in welche die Secretionsnerven bei der Innervation der Kiefermuskelnerven verfallen und des mechanischen Druckes, welchen das sich zusammenziehende Platysma von aussen und der Musculus masseter von innen auf

die Drüse ausüben müssen. Hierauf reizte ich die Mundschleimhaut mit Kochsalz, indem ich es ein wenig angefeuchtet in reichlichem Maasse auf die Zunge auftrug. Es wurden

von 1 h 52
bis 1 h 57 5,5 Ccm. erhalten.

Endlich sammelte ich noch

von 1 h 58
bis 2 h 3

den Speichel, welchen die Parotis während des Kauens von grünen Blättern absonderte. Ich erhielt 7,5 Ccm.

Das Ergebniss dieser Beobachtungen lautet augenscheinlich dahin, dass auf die Secretion in der Parotis nicht reflectorisch gewirkt werden kann. Ich habe schon vorher erwähnt, dass bei diesen Versuchen manchmal im Anfang der Speichel ein wenig beschleunigter ausfliesst, es ist dies aber von gar keinem Bestand und in unmittelbarer Folge fliesst stets weniger aus, so dass, wenn man die Secretionsgrösse für eine nur irgend erhebliche Zeit bestimmt, zumeist keine merkliche Zunahme beobachtet wird. v. Wittich giebt an, eine wenn auch geringe und sehr allmälige, so doch bestimmte Beschleunigung der Secretion bei Reizung der Mundschleimhaut durch dieselben Mittel und ausserdem auch durch Reizung des centralen Ligualisstumpfes erhalten zu haben. Ich werde hernach auf diesen Punkt noch besonders zu sprechen kommen. Die etwas deutlichere Zunahme des entleerten Secretes im letzten Versuche halte ich für auf rein mehanischem Wege erzeugt; denn man kann sich überzeugen, dass ein jeder auf die Parotis ausgeübte Druck für kurze Zeit das Secret schneller ausfliessen macht. Eine so deutliche Beschleunigung der Secretion, wie sie durch dieselben Mittel in der Submaxillardrüse des Hundes erhalten wird, kommt ohne Zweifel hier nicht vor.

c) Durch den Sympathicus werden nur ganz vorübergehende Effecte auf die Secretion in der Parotis ausgeübt, über deren Natur man jedoch streiten kann. Ich schliesse dies aus zwei Versuchsreihen, von denen die eine sich auf die Bestimmung der ausgeschiedenen Mengen von Parotidensecret vor und nach der Durchschneidung des Sympathicus, die andere auf eine solche bei der directen Reizung dieses Nerven bezieht. Die speciellen, hier mitzutheilenden Versuche bilden die Fortsetzung der Experimente, welche ich unmittelbar vorher beschrieben habe. Zuerst bestimmte ich noch einmal ohne alle Reizung aber bei am Halse durchschnittenem Sympathicus die Secretionsmenge; sie betrug

von 2 h 7
bis 2 h 12 6,0 Ccm.

Hierauf wurde der während des Kauens von Blättern abgesonderte Speichel der Menge nach bestimmt. Diese betrug

von 2 h 13
bis 2 h 18 6,0 Ccm. und
von 2 h 19
bis 2 h 23 4,0 Ccm.

Endlich reizte ich noch einmal mit Kochsalz und erhielt

von 2 h 25
bis 2 h 30 6,5 Ccm. und
von 2 h 33
bis 2 h 38 3,3 Ccm.

Wenn auch in einigen Versuchen hier kleinere Mengen als unter gleichen Verhältnissen vor der Durchschneidung vorkommen, so finden sich doch auch Zahlen wie vorher, so dass also diese Versuche nicht beweisen, dass durch den Sympathicus namhaft reflectorisch auf die Secretion gewirkt werden kann.

Mehr Werth lege ich auf die schliesslich am Sympathicus ausgeführten Reizversuche. Die Erscheinung, welche ich stets wiederkehren sah, mochte ich den obern Stumpf des am Halse durchschnittenen Nerven, oder die vom Ganglion nach der Carotis gehenden Zweige reizen, bestand darin, dass unmittelbar nach dem Beginn der Reizung ein Ausfluss von 8—10 sich schnell folgender Tropfen begann, dann derselbe aber abnahm und bei noch fortgesetzter Reizung sich sichtlich die einzelnen Tropfen nicht mehr so schnell wie vor der Reizung folgten, selbstverständlich aber die Secretion nicht still stand. Daher wurde dann auch für Zeiten von der Dauer, wie sie bisher zur Bestimmung der Secretionsgrösse gewählt wurden, bei der Nervenreizung keine grössere Speichelmenge erhalten, als ohne Reizung. Ich setze die folgenden zwei Versuche statt mehrerer, die in derselben Weise ausfielen, hierher:

1. Vor der Reizung des durchschnittenen Sympathicus am Halse wurde erhalten während 5 Minuten 2,5 Ccm., während der Reizung des oberen Stumpfes für dieselbe Zeit 2,2 Ccm.[6])

---

[6]) Diese Versuche wurden an der rechten Parotis des Thieres angestellt, dessen linke zu den Versuchen S. 83 u. 84 etc. gedient hatte. Der Steno'sche Gang dieser Seite war kaum halb so dick, als der der linken Seite, daher die Secretionsgrösse geringer, als oben.

2. Vor der Reizung des durchschnittenen Sympathicus während 5 Minuten 3,1 Ccm.
während der Reizung der zur Carotis und mit ihr in die Drüse gehenden Zweige 2,1 Ccm.

Das Secret, welches während der Sympathicusreizung ausfloss, war so hell, wie das spontan ausfliessende.

Es fragt sich, ob man nach diesen Versuchen sagen darf, der Sympathicus rege die Secretion in der Parotis an. Augenscheinlich nein; denn es wird sehr schwer oder vielmehr unmöglich sein zu erweisen, ob das überaus rasche Verschwinden der anfänglich vermehrten Entleerung sich herschreibt von einer sich rasch erschöpfenden Erregbarkeit des gereizten Nerven oder den Grund hat, dass die fraglichen Nervenfasern nur das Secret ausdrücken. Ich weiss zur Zeit kein ausreichendes Mittel zu finden, in dieser Alternative zu entscheiden, obschon mir der Umstand, dass bei fortgesetzter Reizung die Zeit zwischen den einzelnen Tropfen grösser ist, als wenn der Nerv sich nicht im Zustande der Reizung befindet, für die zweite Annahme spricht. Jedenfalls aber sieht man ein, dass, nachdem einmal festgesetzt ist, dass die Drüse dauernd und stetig secernirt, nicht der gesammte, während einer Sympathicusreizung entleerte Speichel den Einfluss des Sympathicus auf die Drüsenfunction ausdrückt, und dass es daher ohne jene Kenntniss von der stetigen Secretion der Parotis den Anschein hat, als ob eine Sympathicusreizung dauernd die Secretion anrege.

Diesen Erfahrungen gemäss unterscheidet sich die Parotis des Schafes von der des Pferdes, die ich früher genauer untersucht habe, wesentlich in zwei Punkten. Erstens steht ihre Secretion nicht, wie die des Pferdes und der anderen genauer untersuchten Thiere, unter dem Einflusse von Hirnnerven. Zweitens lässt sich für sie von dem Sympathicus nicht erweisen, dass er den wirklichen Process der Secretion beherrsche, wie dies beim Pferde der Fall ist. In den von mir mitgetheilten Untersuchungen wurde auf Reizung des Sympathicus ein anders beschaffenes Secret entleert, als bei Reizung des Trigeminus, was schon allein für sich zur Genüge beweist, dass hier der Nerv die Absonderung selbst mit bestimmen muss. Ausserdem aber fand auch dort für längere Zeit der Sympathicusreizung, wenn auch langsamer, doch continuirlicher Abfluss eines trüben Speichels statt. Doch möchte ich auf den letzteren Umstand vorerst kein so grosses Gewicht legen, da meines Wissens noch nicht speciell die Aufmerksamkeit auf den Punkt gerichtet war, ob nicht etwa auch bei

dieser Drüse andauernde, spontane Absonderung vorkommt. Mancher Physiologe wird vielleicht an der Richtigkeit meiner Behauptungen zweifeln. Ich kann indess versichern, dass es mir selbst schwer wird, an ein so ausnahmsweises Verhalten dieser Parotis zu glauben. Indess habe ich die beschriebenen Verhältnisse wiederholt sorgfältig geprüft, sie aber stets in derselben Weise wieder auftreten sehen. Uebrigens haben wir in der Secretion der Bauchspeicheldrüse zur Zeit noch ähnliche Vorgänge. Hier kommt einerseits auch spontane, stetige, wenn auch der Grösse nach wandelbare, Secretion vor, und andererseits ist eben wohl kein Nerv bekannt, durch dessen Reizung die Secretion dauernd beschleunigt werden könnte. Ich selbst bin verschiedene Male auf die Entdeckung eines solchen Nerven, doch stets ohne Erfolg, ausgegangen. Eine Wiederholung meiner Versuche von anderen, befähigteren Händen wird mir nur erwünscht sein. Ich habe sie hier abschliessen müssen, weil eine vielfältigere Wiederholung für meine Mittel zu kostspielig war.

Ueber den Bau und die Verrichtung der Augenhöhlendrüse.

Von

Dr. **F. A. Kehrer,** Prosector in Giessen.

Acinöse Drüsen der Buccalschleimhaut kommen zwar dem Menschen und allen Säugern zu, aber in verschiedener Menge und Anordnung. Beim Menschen beobachtet man eine beschränkte Zahl zerstreuter Buccaldrüsen, die nur gegen das hintere Ende der Wangenschleimhaut etwas dichter, als Gl. molares, beisammen stehen. Bei gewissen Säugethierfamilien sind sie sehr zahlreich und z. B. bei den Einhufern und Wiederkäuern etc. zu einer fortlaufenden oberen und unteren Reihe zusammengedrängt. Aber auch hier ist theilweise, z. B. beim Pferde, an dem hinteren Vereinigungswinkel beider Reihen eine Gruppe besonders stark, zu einem förmlichen Drüsenpaquet entwickelt, welches vom Masseter bedeckt wird und bis zu einem fetthaltigen Fortsatz der Periorbita heranreicht. Bei noch anderen, den Raubthieren (Hund, Katze, Fuchs, Marder etc.), den Nagern (Kaninchen, Ratte, Maus etc.), so wie nach Cuvier beim zweizehigen Ameisenfresser sind beide Reihen nicht gleich vollständig, dafür aber ist eine Drüse der hintersten Gruppe zu besonderer Ausbildung gelangt und hat sich von der Buccalschleimhaut aus nach oben, in die Augenhöhle hinein, entwickelt. Es ist die von ihrem Entdecker Cuvier glande sous-zygomatique genannte, von den Autoren gewöhnlich als Glandula orbitalis bezeichnete Drüse.

Die folgenden Untersuchungen, welche ich auf den Rath des Herrn Professor Eckhard unternahm, wurden im hiesigen physiologischen Institute angestellt und beziehen sich ausschliesslich auf den Hund, ein Thier, das sich schon durch seine Grösse am besten zu Experimenten mit der Orbitaldrüse eignet.

Die Orbitaldrüse liegt im unteren äusseren Theile der Augenhöhle, eingekeilt zwischen Jochbein, Augapfel und vorderen Rand des Kronfortsatzes vom Unterkiefer nebst dem an letzteren gehefteten Schläfenmuskel, umschlossen von schlaffem, fetthaltigem Bindegewebe, das sich an ihrer Aussenseite zu einer fester zusammenhängenden Schicht, der Periorbita, verdichtet. Von der Drüse führt ein Ausführungsgang durch den vorderen Theil der Kieferkeilbeingrube abwärts zur Buccalschleimhaut, um sich nach deren Durchbohrung in die Mundhöhle zu öffnen. In der Nähe desselben und zwar nach hinten und unten von ihm liegen noch mehrere, etwa 5—6 kleinere Drüsen, die man als accessorische Orbitaldrüsen betrachten kann, der Buccalschleimhaut unmittelbar auf und durchbohren diese mit besonderen kurzen, den sogenannten Nuck'schen Gängen.

Die genauere Topographie der Drüse ist nun folgende. An ihrer Innenseite liegt der Augapfel, so zwar, dass sie durch die Tenon'sche Kapsel, den unteren und äusseren geraden und den unteren schiefen Augenmuskel von jenem getrennt wird. Nach unten und innen grenzt sie mit einem kleinen Abschnitt an die schief auswärts abgedachte Ebene, welche der M. pterygoideus ext. mit dem darüber hinziehenden N. und der A. infraorbitalis darstellt, und gerade nach unten reicht sie bis an die Buccalschleimhaut. Nach vorn stösst sie zum Theil unmittelbar an die Orbitalfläche des Jochbeinkörpers, zum Theil legt sich ein kleines Fettpolster zwischen beide Theile. Ihre Aussenfläche berührt der Schläfenfortsatz des Jochbeins nebst dem M. masseter und nach aussen und hinten kommt sie in Contact mit dem unteren Ende des Schläfenmuskels, der den Kronfortsatz des Unterkiefers einschliesst. Nach oben endlich wird sie durch schlaffes Bindegewebe mit dem unteren Augenlid verbunden.

Der Ausführungsgang der Orbitaldrüse verläuft von deren unterem Rande aus schief nach vorn und unten in dem engen Raume zwischen dem vorderen Rande des Kronfortsatzes und des über diesen vortretenden Masseter und dem hinteren Rande des Jochbeinkörpers und der Buccalschleimhaut, welche an dieser Stelle sich auf die Kiefer umschlägt und eine Art hinterer Tasche darstellt. Nach aussen von ihm verläuft die V. facialis anterior. Die Papille, auf welcher der Gang ausgeht, befindet sich in der Breite des drittletzten Backzahnes und unterscheidet sich schon durch ihre Grösse von den daneben befindlichen Mündungen der accessorischen Orbital- oder hinteren Buccaldrüsen.

Die Drüse zerfällt nach Art anderer acinöser Drüsen in einzelne eckige oder abgeplattete Lappen, die sich durch tiefe Furchen und darin eingebettete bindegewebige Scheidewände mit Gefässen und Nerven von einander abgrenzen. Die Läppchen selbst bestehen wieder aus länglichen oder rundlichen Acini, deren structurlose Hüllen dicht zusammengedrängte Zellen von verschiedensten, namentlich polygonalen und keilförmigen Gestalten enthalten. Die Drüsenzellen sind im frischen Zustande gewöhnlich durch deutliche Contouren von einander abgegrenzt, scheinen jedoch besonderer Membranen zu entbehren und enthalten in dem körnigen Protoplasma ein- oder mehrfache, meist excentrische Kerne. Die vereinigten Acini gruppiren sich um kurze Gänge, die baumartig zu immer weiteren Kanälen zusammentreten. Die Wandung des Ductus orbitalis, welcher diese Gänge schliesslich aufnimmt, hängt mit der Buccalschleimhaut zusammen und besteht aus Bindegewebefibrillen mit zwischenliegenden spindel- und sternförmigen Zellen und zahlreichen feineren und groben elastischen Fasern. Nach aussen davon findet man eine Schicht longitudinaler glatter Muskelfasern.

Das Epithel des Ganges ist in der oberflächlichen Lage cylindrisch, darunter liegen 1 — 3 Lagen kleinerer polygonaler Epithelzellen.

Die Orbitaldrüse erhält ihr arterielles Blut von einem Zweige der A. infraorbitalis, der sich an ihrer Innenseite hinaufzieht und etwa an der Mitte der letzteren sich in seine Zweige auflöst, deren Capillarnetz mit engen Maschen die Läppchen umspinnt. Ihr venöses Blut wird von einem Venenstämmchen aufgenommen, das die Augenhöhle durch die geräumige untere Augenhöhlenspalte verlässt, zwischen Jochbeinkörper und Kronfortsatz durchdringt und sich in die vordere Gesichtsvene einsenkt.

Drüsennerv.

Dass der N. trigeminus Zweige zur Orbitaldrüse sendet, wurde bereits von Eckhard (Experimentalphysiologie des Nervensystems. Giessen 1867. p. 173) angegeben, aber es war noch nicht durch die experimentelle Untersuchung festgestellt worden, ob der N. infraorbitalis, wie es auf den ersten Blick scheint, oder eine andere Bahn die Drüsenzweige enthält. Trägt man nach Durchsägung des Jochbogens den oberen Theil des Masseter ab und resecirt sodann den Kronfortsatz des Unterkiefers nebst dem daran haftenden Ende des M. temporalis, so sieht man in der Tiefe zwischen

letzterem Muskel und dem M. pterygoideus externus einen Nerven nach vorn ziehen, dessen Hauptäste nach Abgabe einiger Zweige zur Augenhöhlendrüse sich am vordern Rande des Masseter nach vorn und unten wenden und nach Durchbohrung des M. buccinator in der Buccalschleimhaut endigen. Eine Verfolgung dieses Nerven gegen seinen Ursprung hin lehrt, dass er aus dem dritten Aste des Trigeminus entspringt. Es handelt sich nach diesen Angaben um den N. buccinatorius, eine Bahn, deren nicht motorische Eigenschaften, gegenüber der gewöhnlichen Angabe, welche ihn für den Bewegungsnerven des M. buccinator erklärt, bereits von Longet und neuerdings von Eckhard l. c. p. 172 festgestellt worden sind. Ausserdem hat man von ihm Zweige zu den oberen und unteren Buccaldrüsen verschiedener Thiere verfolgt, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie der Drüsensecretion vorstehen.

Beiläufig 1 Cm. nach vorn von dem Ursprung dieses Nerven aus dem R. tertius trigemini lösen sich 2—3 kleine Zweige von ihm ab, die nach vorn und dann schief nach oben aufsteigen und in die Orbitaldrüse, beiläufig an der Mitte ihrer Aussenfläche, sich einsenken. Hier gehen sie strahlig in eine Anzahl von Fäden auseinander, welche sich leicht bis zu den einzelnen Läppchen verfolgen lassen. Von anderen Bahnen konnte ich keine Zweige zur Orbitaldrüse verfolgen und namentlich überzeugt man sich durch eine genauere Präparation, dass mehrere Aestchen des N. infraorbitalis, die nach dem unteren Drüsenrande hin laufen, an der Drüse bloss vorübergehen. —

Aus Gründen der Analogie liess sich zufolge des soeben angeführten anatomischen Factums vermuthen, dass der N. buccinatorius der Secretion in der Orbitaldrüse vorstehe; dem Versuche blieb es jedoch vorbehalten, die näheren Beziehungen von Nerv und Drüse festzustellen. Um den zu reizenden Nerven und die Mündung des Drüsenganges blosszulegen, eine Operation, die bei der versteckten Lage des Nerven und der Anwesenheit zahlreicher Gefässe in den zu durchschneidenden Theilen mancherlei Schwierigkeiten einschliesst, verfuhr ich in folgender Weise:

Der betreffende Hund wird zunächst durch Injection einer mehrgränigen Lösung von Morphium aceticum in die Drosselvene tief betäubt, der auf der Seite liegende Kopf fest gestützt. Ein längs des ganzen Jochbogens her geführter Hautschnitt legt das Operationsfeld bloss, wobei gewöhnlich einige subcutane Schläfengefässe zur Unterbindung kommen. Durch ausgiebige Messer- und Scheerenschnitte entfernt man die obere

Hälfte des Masseter nebst den darüber hinziehenden Zweigen des N. facialis, jedoch mit Schonung der am vorderen Muskelrande verlaufenden V. facialis ant. Blutungen aus den muskulären Schläfengefässen werden durch Schwammtamponade gestillt. Ein weiterer Schnitt längs des oberen Randes vom Jochbogen trennt die Insertionen der Fascia temporalis und das Lig. orbitale posterius, worauf man den Jochbogen an 2 Stellen durchsägt: in einiger Entfernung vor dem Ansatze des genannten Bandes und nahe der hinteren einwärts sich umbiegenden Wurzel der Knochenspange. Die darunter liegende Muskelmasse wird bis zum Kronfortsatz des Unterkiefers abgetragen, dieser vom Periost befreit und dann trepanirt. Das untere Ende der Trepanlücke muss der Höhe der Tuberositas malaris entsprechen. Vor und hinter der Lücke stehen bleibende Knochenstücke werden mit der Knochenzange abgekneipt. Mit dem abgetrennten Knochenstücke schneidet man das untere Ende des Schläfenmuskels, und zwar möglichst tief unten, heraus, wobei aus tiefen Temporalgefässen eine nicht unbedeutende, durch Schwammtamponade übrigens stillbare Blutung eintritt. Indem man nun den Muskel von seinem vorderen sehnigen Rande aus abträgt, trifft man auf die Periorbita, in welcher der N. buccinatorius von hinten nach vorn in der Höhe der Tuberositas malaris verläuft, von kleinen Gefässen begleitet. Den Nerv isolirt man möglichst weit hinten, um alle Drüsenzweige zu bekommen, nimmt ihn in eine Schlinge auf, durchschneidet ihn mit Beachtung der in der Nähe liegenden A. infraorbitalis und zieht das Ende des peripheren Stückes zum Zwecke der elektrischen Reizung eine Strecke weit vor. — Zur Blosslegung der Papilla ductus orbitalis durchschneidet man die Backe vom Maulwinkel aus nach hinten bis zum vorderen Masseterrande mit der Vorsicht, den Schnitt nicht zu sehr gegen den Drüsengang zu vertiefen und die vordere Gesichtsvene vor etwaiger Trennung doppelt zu unterbinden. Ist die Buccalschleimhaut durchschnitten, so sieht man die Gangmündung an der grösseren der Papillen, welche nächst dem Alveolarrande des Oberkiefers sich befinden, beiläufig am drittletzten Backzahne ausmünden. Die Einführung einer Speichelcanüle in den Gang gelingt bei kleineren Hunden wegen der Enge der Mündung und der Schlaffheit der Papille nur nach Spaltung des Endstückes, bei grösseren Thieren, welche überhaupt zu diesem Versuche zu empfehlen sind, schliesst sie keine besonderen Schwierigkeiten ein, aber es fliesst das überaus zähe Secret nicht aus der Canüle heraus, so dass man sich genöthigt sieht, von dem Katheterisations-

verfahren ganz abzustehen. Unter diesen Umständen muss man sich der Mühe unterziehen, nach vollständiger Stillung der Blutung aus der Backenwunde das Secret in einer Glasröhre aufzufangen, deren Oeffnung man in der Umgebung der Papille auf die Buccalschleimhaut aufsetzt. Auch kann man das spitze Ende einer Pipette über die Papille aufsetzen und durch Saugen das Secret gewinnen. Die Zähigkeit des letzteren macht es oft nöthig, beim Abnehmen des Glases den darin eingetretenen Schleimpfropf mit der Scheere vor der Papille abzuschneiden. Handelt es sich darum, etwa die Wirkung des Secrets auf Stärkemehl zu prüfen, so kann man auch in ausgekochten Badeschwämmen die ausquellenden Tropfen aufnehmen. Ist der Versuch in dieser Weise vorbereitet, so beobachtet man nun Folgendes:

Wenige Secunden nachdem man die Reizung des N. buccinatorius mittelst eines Inductionsstromes begonnen, quellen aus dem Ductus orbitalis unter starker Erweiterung der Gangmündung dicke Tropfen eines zähen Speichels oder Schleimes hervor. Die Absonderung überdauert die Reizung noch einige Zeit, dann sieht man den Schleimpfropf, der aus der Papille hervorhängt, während der Ruhe des Nerven nur äusserst langsam grösser werden, bis dann eine neue Reizung wieder reichliche Secretion einleitet.

Will man bloss Secret gewinnen, so spaltet man die Backe bis zum Masseter, lässt den oberen Lappen der Buccalschleimhaut durch ein Häkchen leicht anspannen und bringt auf die Zunge wenige Tropfen einer concentrirten Kochsalzlösung oder etwas verdünnter Essigsäure. Es treten darnach gewöhnlich Kaubewegungen ein und sofort entleert sich das Secret in ziemlich reichlicher Menge. Damit ist denn auch bewiesen, dass sich in der Orbitaldrüse ebenso wie in den Speichel- und Schleimdrüsen der Mundschleimhaut durch Reizung der Mundhöhlenwände auf reflectorischem Wege eine Absonderung des Secrets einleiten lässt.

Physikalische und chemische Eigenschaften des Secrets.

Der Orbitalspeichel oder besser Orbitalschleim reagirt neutral. Nur in den ersten nach längerer Ruhe auf Reizung des Nerven austretenden Tropfen findet man Epithelzellen, wodurch das Secret leicht milchig getrübt wird. Der später austretende Schleim ist vollkommen klar und enthält weder Molecularkörner, noch Speichelkörper oder Epithelzellen. Der Schleim ist ferner in einer für den Versuch unangenehmen Weise co-

härent und gleichzeitig so vollkommen elastisch, dass man ihn leicht zu Fäden von $1^1/_2$ Fuss Länge ausziehen kann. Auf trockenen Glasplatten haftet er fest, lässt sich aber fast ohne Hinterlassung von Schleimtheilchen davon abheben. Sind die Glasplatten mit Wasser benetzt, so gleitet er rasch ohne hängen zu bleiben darüber hin. Vermischt man das Secret mit fein gehacktem Fleisch, fein geschnittenem Heu oder andern Pflanzentheilen, so werden diese Partikel wie durch einen gemeinsamen Kitt zusammengehalten, sie bilden Ballen, die leichter über befeuchtete Flächen hingleiten, als wenn man jene Körper bloss in Wasser suspendirt hätte. Geschlagener Orbitalschleim erscheint sehr schaumig und bleiben die eingedrungenen Luftbläschen lange darin haften, in welcher Beziehung er mit dem Mundschleim übereinstimmt, aber den Submaxillarspeichel des Hundes übertrifft. Mit Olivenöl verrieben wird er milchig trübe und bildet bei Wasserzusatz gleich dem Mundspeichel eine Emulsion.

In Wasser löst er sich nicht auf, vielmehr bleiben die darin suspendirten Schleimballen durch Stunden und Tage so vollständig in Zusammenhang, dass man sie leicht wieder in toto hervorheben und vom Wasser trennen kann.

Leider ist es mir nicht gelungen, reinen Orbitalschleim in genügender Menge zu sammeln, um eine quantitative Analyse auszuführen. Doch kann ich anführen, dass ein Eiweisskörper darin vorkommt, der sich bei Zusatz von Salpetersäure und Alkohol wolkig trübt, mit Gerbsäure einen körnigen Niederschlag giebt, durch Essigsäure ebenfalls eine Trübung erleidet und beim Erhitzen mit Kalilauge eine gelbliche oder röthliche Farbe annimmt.

Um die Frage zu entscheiden, ob der Orbitalschleim für sich oder im Gemisch mit Submaxillarspeichel des Hundes die Fähigkeit besitzt, Stärkekleister in Traubenzucker überzuführen, habe ich mehrere Versuchsreihen angestellt, indem ich Proben dieser Secrete längere Zeit in einer Brütmaschine einer Temperatur von 38^0 C. aussetzte. Das Ergebniss war, dass der reine Orbitalschleim nicht im Stande ist (wie etwa der Mundspeichel des Menschen), eine Zuckerbildung nach Verlauf weniger Minuten einzuleiten. Da Bidder und Schmidt (Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852. p. 22) angeben, dass ein Gemisch von Mundschleim und Submaxillarspeichel des Hundes ziemlich rasch Zuckerbildung bewirke, so liess sich bei der Uebereinstimmung zwischen Mund- und Orbitalschleim von einem Gemisch des Orbital- und Submaxillarsecrets ein gleicher Erfolg erwarten. Der Versuch

bestätigte diese Erwartung jedoch nicht. Denn erst nach 3—4 und mehreren Stunden ergab die Fehling'sche Lösung sowohl in den mit reinem Orbitalschleim, wie in den mit Gemischen von diesem und Submaxillarspeichel versetzten Stärkeproben die Anwesenheit von Zucker.

Das Ergebniss dieser Untersuchungen lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Orbitaldrüse stimmt in ihrem Bau mit den Speichel- und Mundschleimdrüsen überein. Sie ist als eine besonders entwickelte, in die Augenhöhle eingetretene hintere Buccaldrüse zu betrachten.
2) Die Drüse sondert bei ruhendem Nerven nur wenig ab; die Secretion geschieht aber reichlich bei elektrischer Reizung des N. buccinatorius, so wie bei reflectorischer Erregung dieses Nerven durch Reizung der Mundschleimhaut.
3) Der Orbitalschleim enthält einen Eiweisskörper, aber kein Ferment, welches im Stande wäre, Stärkekleister innerhalb weniger Minuten in Zucker umzuwandeln. Ein Gemisch von Orbitalschleim und Submaxillarspeichel des Hundes besitzt ebenso wenig zuckerbildende Kraft. Erst nach Verlauf von mehreren Stunden tritt bei einer Temperatur von 38^0 C. in beiden Fällen Zuckerbildung ein.
4) Der Orbitalschleim besitzt die Fähigkeit, Oele zu emulgiren.
5) Seine physiologische Bedeutung scheint darin zu bestehen, dass er, gleich dem übrigen Mundschleim, die gekaute Nahrung nach Art eines Kittes umschliesst und zusammenhält und damit die Formation eines Bissens und das Hinabgleiten desselben durch den Schlund erleichtert.

Ueber die nach der Durchschneidung des Trigeminus am Auge des Kaninchens eintretende Ernährungsstörung.

Von

G. Meissner.

(Hierzu Tafel II.)

Dass die bekannte Entzündung des Auges, welche bei Kaninchen nach der Durchschneidung des Trigeminus eintritt, nicht allein von dieser Nervenlähmung abhängig ist, sondern ihre nächste Ursache in äusseren Schädlichkeiten hat, ist durch die Versuche Snellen's und noch entschiedener und sicherer durch die in der Dissertation von C. Büttner (publicirt in dieser Zeitschrift Bd. XV. p. 254) mitgetheilten Versuche bewiesen, in denen das Auge nach der Durchschneidung jenes Nerven so lange frei von jeder Ernährungsstörung blieb, als möglichst sorgfältig (mit Hülfe einer aufgesetzten Kapsel) alle äusseren Schädlichkeiten abgehalten wurden, alsbald aber sich, wie sonst, entzündete, nachdem der Schutz des Auges entfernt war.

Man hat aus diesem Versuchsergebniss den allerdings nächstliegenden Schluss ziehen wollen, dass die an dem seiner Sensibilität beraubten, nicht geschützten Auge eintretende Entzündung solchen Verletzungen, solchen von aussen auftreffenden Schädlichkeiten ihren Ursprung verdanke, wie sie auch ein bis dahin völlig unversehrtes Auge in Entzündung versetzen würden, wenn sie freien, ungehinderten Zugung fänden und nicht vermöge der Empfindlichkeit der Conjunctiva resp. der von derselben aus ausgelösten schützenden und die Schädlichkeit beseitigenden Reflexbewegungen abgehalten und an ihrer Entzündung machenden Wirkung verhindert würden. — Hiernach soll also die Durchschneidung des Trigeminus nur dadurch zum Eintritt der Augenentzündung mitwirken, dass

sie die Conjunctiva unempfindlich und dadurch das Auge schutzlos macht, gegenüber Verletzungen ganz gewöhnlicher Art, welche als regelmässig drohend vorausgesetzt werden.

Ich habe diesem Schlusse nicht beitreten können, weil derselbe das Postulat einschliesst, dass in allen Fällen, in denen das Kaninchenauge gefühllos gemacht wurde, und die Thiere unter gleichen äusseren Verhältnissen gehalten werden, das nicht geschützte Auge sich entzünde, diesem Postulat aber die Erfahrung nicht entspricht.

Ebenso wie früheren Experimentatoren waren auch mir Fälle vorgekommen, in denen in Folge der Verletzung des Trigeminus in der Schädelhöhle das Auge der Kaninchen ganz unempfindlich war und blieb, und ohne dass das Auge irgend wie geschützt oder das Thier unter günstigeren äusseren Bedingungen gehalten wurde, dennoch keine Spur von Ernährungsstörung eintrat.

Aus dieser von mir unter einer allerdings grossen Zahl von Versuchen drei Mal beobachteten Thatsache, die, wie bemerkt, auch Andere vor mir beobachteten, habe ich zunächst den Schluss gezogen, dass es bei der Durchschneidung des Trigeminus wenigstens nicht allein auf die Lähmung der Sensibilität des Auges und seiner Umgebung ankommen kann, um die für das Entstehen einer traumatischen Entzündung günstigen Bedingungen zu setzen.

Man könnte die Berechtigung dieses Schlusses bestreiten, indem man behauptete, es seien zufällig jene drei Kaninchen vor solchen Verletzungen des gefühllosen Auges bewahrt geblieben, wie sie sonst in der Regel jedem Kaninchenauge (angeblich) drohen und in der Regel nur vermöge der Empfindlichkeit des Auges unschädlich gemacht werden.

Es traf nun aber in jenen drei Fällen, in denen sich das ganz unempfindliche Auge ohne Schutz nicht entzündete, und zwar unter allen beobachteten Fällen nur in diesen dreien, diese Eigenthümlichkeit zusammen mit einer andern des Sectionsbefundes. Während nämlich in allen übrigen Fällen entweder der ganze Trigeminus, einschliesslich des dritten Astes, durchschnitten gefunden wurde oder vollständig durchschnitten die beim Kaninchen zu einem Stamm vereinigt auf dem Schädelgrunde nach vorn laufenden beiden oberen Aeste des Nerven (welcher gemeinsame Stamm in der Abhandlung Büttner's unrichtig als Ramus ophthalmicus allein bezeichnet wurde), so fand sich in jenen drei Fällen dieser Stamm nur zum grössten Theil durchschnitten, ein schmaler Strang des Nerven war ganz unversehrt geblieben. Auf der beifolgenden Tafel

sind in Fig. 1 und 2 zwei Fälle abgebildet, in denen der vereinigte erste (Augen-) und zweite Ast des Trigeminus vollständig durchschnitten war; man wird die Oeffnung im Schädel (wie auch in den beiden anderen Figuren) erkennen, durch welche das Neurotom eindrang; je nach der Führung desselben trifft es den Nerven mehr hinten oder mehr vorn. In Fig. 3 ist einer der von Büttner (a. a. O. p. 268 f.) beschriebenen Fälle abgebildet, in denen das Auge gleichfalls ganz unempfindlich wurde, sich aber nicht entzündete; der zweite Fall verhielt sich genau ebenso; der dritte war kein Fall einfacher Durchschneidung, sondern es waren Nadeln in den Nerven eingeführt, und dadurch eine partielle Verletzung des obern Astes bewirkt worden, deren Grenze sich nicht so scharf und deutlich markirte. In der möglichst getreuen Abbildung erkennt man den unversehrt gebliebenen schmalen Strang; derselbe wurde in der Abhandlung von Büttner als eine untere Partie des Nerven bezeichnet, was, wie man sieht, nicht ganz richtig ist, sofern der Strang vielmehr wesentlich den medialen Rand des Nerven bildet: das Neurotom war offenbar nicht tief genug nach innen vorgedrungen, bevor die Schneide abwärts gedreht wurde, hatte in Folge davon nicht die ganze Breite des Nerven gefasst, hatte aber den getroffenen grössten Theil des Nerven vollständig von oben bis unten durchschnitten.

Ich meinerseits legte nun auf das Zusammentreffen dieses Sectionsergebnisses mit dem Ausbleiben der Entzündung des Auges in jenen drei Fällen ein Gewicht, schloss auf einen Causalnexus zwischen beiden Momenten und ignorirte den genannten Einwand völlig.

Allerdings aber kann man immer noch der Meinung sein, die Augen jener drei Thiere seien vermöge eines günstigen Zufalles von den als Entzündungsursache in den übrigen Fällen vorausgesetzten groben Verletzungen verschont geblieben, und dass gerade in diesen drei Fällen der Nerv unvollständig durchschnitten sich erwies, sei wiederum ein eigenthümlicher Zufall, gleichgültig aber für das Verhalten des Auges.

Theilt man, wie ich, diese Auffassung nicht, dann schliesst man aus jenen drei Fällen, dass es für das Eintreten der Augenentzündung auf die Durchschneidung eines besondern Theiles des Ram. ophthalmicus ankommt, welcher nicht die Empfindlichkeit der Conjunctiva vermittelt, dessen Lähmung vielmehr in anderer Weise das Auge dazu disponirt, leicht in Entzündung zu gerathen. Die nächste Ursache aber zu derselben muss ein Trauma, eine von aussen kommende Veranlassung sein, dabei bleibt es jedenfalls. Ist nun aber nicht

das zufällige Ausbleiben vorausgesetzter grober, gewöhnlicher Verletzungen Schuld daran, dass in den drei Fällen das Auge sich nicht entzündete, vindicirt man dem Zufall dabei keine Rolle, so handelt es sich dann überhaupt nicht als Regel um solche Verletzungen, wie sie auch ein ganz gesundes Auge, wenn sie es treffen, unvermeidlich in Entzündung versetzen würden, als Ursache der Entzündung nach vollständiger Durchschneidung des Nerven, und nicht allein gegen solche zwar mögliche, aber für den Entzündungseintritt nicht erforderliche Verletzungen braucht die die Entzündung verhindernde Kapsel das Auge zu schützen.

In der That aber ist auch die Voraussetzung, welche der der meinigen entgegengesetzten Auffassung zum Grunde liegt, dass nämlich die Kaninchen unter den Umständen, unter denen sie nach der Operation gehalten wurden, als Regel gröberen Verletzungen der Augen ausgesetzt gewesen wären, a priori und ganz abgesehen von dem meiner Meinung nach bedeutsamen Fingerzeig des Sectionsbefundes mindestens höchst unwahrscheinlich, wie man denn sogar die ersten Anfänge der Ernährungsstörung am unbedeckten Auge nach der Nervendurchschneidung entstehen sehen kann bei Thieren, die man auf dem Tische vor sich sitzen hat, deren Auge keine als solche merkliche oder erkennbare Störung von aussen trifft. — Handelt es sich also nicht um Traumen im gewöhnlichen Sinne, um Traumen, die auch das normale Auge in Entzündung versetzen, und ist doch die in Rede stehende Augenentzündung eine traumatische, so müssen also Einwirkungen auf das Auge den Werth von Traumen gewinnen, die für das normale Auge keine Traumen sind. Niemand wird in Abrede stellen, dass auf den thierischen Körper mancherlei Einwirkungen stattfinden, die, zwar Störungen im weitern Sinne, deshalb nicht nachtheilig, nicht schädlich wirken, weil die Stoffwechselprocesse die Störung ausgleichen; auch ist der Begriff Trauma, wenn nicht zu eng gefasst, überhaupt ein relativer bis zu einem gewissen Maass, sobald er in Beziehung zu verschiedenen Organismen, zu verschiedenen Individuen, zu verschiedenen Körpertheilen oder Geweben gedacht wird.

Erleidet nun das Auge, wie ich im Gegensatz zu jener zweiten Auffassung schliesse, in Folge der Durchschneidung nicht der die Sensibilität der Conjunctiva vermittelnden Fasern des Trigeminus, sondern gewisser anderer Theile dieses Nerven, bei deren Unversehrtheit das Auge seiner Empfindlichkeit vollständig beraubt sein kann, eine derartige Veränderung, dass solche äussere Einwirkungen den Werth von Entzündung

machenden Störungen gewinnen, die für das normale Auge diesen Werth nicht haben, so liegt für den, der dieser Schlussfolge beitritt, eine Thatsache vor, welche wohl kurz mit dem Ausdrucke bezeichnet werden kann, dass das Auge resp. zunächst die Conjunctiva in einem „Zustande verminderter Widerstandsfähigkeit" gegenüber äusseren Einwirkungen sich befinde. Obwohl in der Abhandlung von Büttner sofort beim Gebrauch dieser Bezeichnung, die ursprünglich von Samuel herrührt, hinzugefügt wurde, dass man den Ausdruck nur in dem Sinne anwenden wolle, um damit das zur fernern Uutersuchung und Erklärung vorliegende Problem, um die der vorgezogenen Schlussfolge nach thatsächlich zur Lösung vorliegende Aufgabe zu bezeichnen, und dass man keineswegs glaube, mit diesem Ausdruck schon etwas zur Erklärung der Thatsache zu leisten, so hat man dennoch hier und da befürchtet, es wolle sich mit diesem in der That sehr unschuldig gemeinten Ausdruck etwas Unerlaubtes einschleichen, und gemeint, es sei dieser Ausdruck zu verbieten. Ich meinerseits kann zwar das Gefährliche in dem Ausdrucke — wenn man den von Büttner und mir angegebenen Sinn damit verbindet — nicht erkennen, doch kann mir natürlich auch nicht viel an diesem, noch dazu vorgefundenen Ausdrucke gelegen sein; man kann die Thatsache auch anders bezeichnen, wie z. B. Schiff*), welcher uns übrigens nicht missverstanden hat, meint, dieselbe sei passender als „vermehrte Reaction" gegenüber Reizen, denn als „verminderter Widerstand" zu bezeichnen.

Der Ausdruck ändert nichts an der Sache, und es liegt nach dem Bisherigen nur die Alternative vor, entweder den mit dem Eintritt oder Nichteintritt der Entzündung des unempfindlichen und ungeschützten Auges als zusammenfallend beobachteten Unterschied der Sectionsbefunde einfach als bedeutungslos zu ignoriren, wobei man denn auch zur Noth bei dem gewöhnlichen Begriffe des Trauma's stehen bleiben kann, oder meiner Schlussfolge beizutreten.

Zu Gunsten dieser meiner Schlussfolge bin ich nun im Stande, jetzt ein neues Argument beizubringen. So wie nämlich einerseits nach unvollständiger Lähmung des Augenastes des Trigeminus das vollkommen gefühllose Auge, obwohl ungeschützt, frei von jeder Ernährungsstörung bleiben kann, so kann nun auch anderseits in Folge einer in anderer Weise unvollständigen Durchschneidung des Nerven das in seiner

*) Influenza della midolla spinale nei nervi vasomotori delle estremità. Estr. dal Morgagni 1864. p. 26.

Empfindlichkeit nicht geschwächte Auge unter denselben Umständen in dieselbe Entzündung gerathen, wie sie nach der vollständigen Durchschneidung des Nerven eintritt.

Die bereits vor längerer Zeit gemachte Beobachtung ist folgende. Ich wollte die gewöhnliche Durchschneidung des Trigeminus für die Demonstration in der Vorlesung ausführen; nach dem Herausziehen des Neurotoms aber erwiesen sich das Auge und die Lider durchaus empfindlich zu ungestörter Reflexwirkung, wie denn auch das Thier bei der beabsichtigten Bewegung des Instruments nicht geschrieen hatte: die Operation war also nicht gelungen. Sie gelang vollständig zu absoluter Unempfindlichkeit des Auges bei einem zweiten Thiere, und es wurde das erste, ohne dass man ein weiteres Interesse daran knüpfen wollte, dem zweiten zur Gesellschaft in den Behälter beigegeben.

Es trat das völlig Unerwartete und höchst Ueberraschende ein, dass ganz genau gleichzeitig und ganz genau in derselben Weise sich das Auge der operirten Seite bei beiden Thieren trübte, injicirte und entzündete. Dabei war und blieb das Auge des zuerst operirten Thieres vollkommen empfindlich, es war in dieser Beziehung nicht der geringste Unterschied von dem Auge der andern Seite zu erkennen. — Der Verlauf der Entzündung war bei beiden Thieren so merkwürdig gleichmässig, dass, wären nicht die Thiere durch ihre Farbe markirt gewesen, man nur daran sie hätte unterscheiden können, dass das entzündete Auge des einen in jeder Weise berührt werden konnte ohne die geringste Reaction des Thieres hervorzurufen, während das andere Thier die leisesten Berührungen des entzündeten Auges und der Lider mit Bewegungen der Lider, des Kopfes u. s. w. beantwortete und sich denselben zu entziehen suchte.

Nach acht Tagen wurden beide Thiere getödtet und sorgfältig die Trigemini untersucht. Bei dem zuletzt operirten Thiere fand sich der vereinigte obere und zweite Ast ganz vollständig durchschnitten, beiläufig ist die 2. Abbildung diesem Falle entnommen. Bei dem andern Thiere zeigte sich, wie in Fig. 4 abgebildet ist, dass der Nerv nur an seinem medialen Rande eine seichte Verletzung, eine Einkerbung erlitten hatte, der bei weitem grösste Theil des Nerven war völlig unversehrt. Diese Verletzung war sehr merkwürdig und verdankte einer eigenthümlichen, natürlich rein zufälligen Führung des Neurotoms ihre Entstehung. Dasselbe war nämlich mit seiner kurzen Klinge, die ja zuerst beim Einführen flach gehalten wird, offenbar zuerst über dem Nerven vorbei, ohne ihn zu

treffen, zu weit nach innen, in der Richtung, wie man aus der Lage der Oeffnung im Schädel sieht, sehr schräg nach vorn und innen vorgeschoben worden, was eben nur möglich war bei dieser unter so kleinem Winkel mit der sagittalen Axe eingeschlagenen Richtung; dann schien der hintere Rand der Klinge den Nerven vom medialen Rande her so zu sagen angehakt und dabei diesen Rand verletzt zu haben, worauf das Herausziehen des Neurotoms statt mit nach unten gerichteter Schneide, wobei der Nerv durchschnitten worden sein würde, wieder, wie beim Einführen flach, über den Nerven weg geschehen zu sein scheint. Diesem Gange des Neurotoms entsprach auch allein der Zustand der den Nerven bedeckenden Dura mater, welche ebenfalls nur dem medialen Rande des Nerven entsprechend einen kleinen Einriss zeigte. Die untere Fläche des Grosshirnlappens, unter welchem das Instrument vorgedrungen war, zeigte eine flache Verletzung, wie häufig der Fall ist, ohne dass sich davon erhebliche Folgen im Leben zeigen.

Die in diesem merkwürdigen Falle verletzte Partie des Nerven ist nun, wie man aus den Abbildungen ersieht, wenn auch nicht haarscharf, so doch sehr nahe dieselbe, welche in den Fällen, die die Fig. 3 repräsentirt, unversehrt geblieben war; die Verletzung greift in Fig. 4 vom medialen Rande mehr nach oben herüber, während die unversehrte Partie in Fig. 3 vom medialen Rande nach unten sich erstreckt oder mehr den untern Theil der medialen Partie des Nerven betrifft. Ich meinerseits, der ich beiderlei Fälle im Leben beobachtet und die Sectionsbefunde vor mir habe, kann nicht umhin, auch wiederum auf diesen zuletzt beschriebenen Fall ein besonderes Gewicht zu legen, und das Eintreten der Entzündung des durchaus und sehr empfindlichen Auges in dem Fall der Fig. 4 in Causalnexus zu setzen zu der Verletzung jenes kleinen Theiles des Nerven, welcher sehr nahe derselbe war, der in den Fällen der Fig. 3 die einzige unversehrte Partie des Nerven bildete, in welchen Fällen das völlig unempfindliche Auge sich ohne absichtlichen Schutz nicht entzündete. Somit leugne ich nun auch, wie in Büttner's Abhandlung schon als möglich ausgesprochen wurde, dass die Lähmung der Sensibilität des Auges nach vollständiger Durchschneidung des Trigeminus von irgend einer nothwendigen und wesentlichen Bedeutung ist für das Eintreten der sog. neuroparalytischen Augenentzündung, obwohl natürlich, wie auch schon früher bemerkt, der Fall vorkommen mag, dass grobe Verletzungen, zu deren Abhaltung die erhaltene Sensibilität

des Auges hätte wirken können, beitragen zur Einleitung jener Entzündung; erforderlich ist ihr Eintreffen dazu nicht, und ausreichend ist nicht der Schutz, den die Sensibilität gewährt, zur Abhaltung derjenigen Einwirkungen, die für gewöhnlich und ohne Ausnahme die Entzündung des — sit venia verbo — in seiner Widerstandsfähigkeit geschwächten Auges veranlassen.

Hat man es nun aber, sei es aus allgemeinen oder sonstigen Gründen, vorgezogen in obiger Alternative meiner Auffassung nicht beizutreten, dann wird man auch den Fall der Fig. 4 in anderer Weise auffassen können, man wird nämlich sagen, jenes Thier habe durch die geringfügige Verletzung des Nerven keinerlei merklichen Nachtheil für sein Auge davon getragen, und zufällig habe sich dieses Thier am Auge irgendwie verletzt, in Folge dessen die Entzündung eingetreten sei, so wie jedes Thier, jeder Mensch einmal eine gewöhnliche traumatische Augenentzündung trotz der natürlichen Schutzmittel davon tragen könne. Man wird diese Auffassung wahrscheinlich um so mehr urgiren, als der Fall der Fig. 4 allein dasteht, und es freilich nicht im Belieben des Experimentirenden, sondern nur in dem des Zufalls stehen dürfte, einen ähnlichen Fall zur Anschauung zu bringen; wie schon in der Abhandlung Büttner's bemerkt, muss man solche Fälle nehmen wie sie sich darbieten, gleich wie seltene pathologische Fälle. Ich habe durchaus nicht die Absicht, Jemanden zu meiner Auffassung der Versuchsresultate zu überreden, ich erkenne deshalb die blosse Möglichkeit, derselben auszuweichen, ausdrücklich an und bestehe nur darauf, dass man anderseits die Gründe, die ich für meine Ansicht vorbrachte, unentstellt und unverkürzt mir lässt, bis sie thatsächlich als unhaltbar sich erweisen.

Es ist nun endlich klar, dass durch eine Entscheidung in der obigen Alternative zu Gunsten meiner Schlussfolge darüber noch gar nichts bestimmt oder ausgesagt wird, welche Art von Nervenfasern (ausser den Empfindung und Reflexbewegungen vermittelnden) es sind, auf deren Lähmung es ankommt zur Herstellung jenes zur Entzündung mehr als in der Norm geneigten Zustandes des Auges, ob nämlich es sich um die Lähmung vasomotorischer Nerven handelt, oder um die Lähmung solcher, welche, analog den Drüsennerven, in einer mehr directen, zwar noch nicht definirbaren Beziehung zu dem Ernährungsprocesse der Gewebe stehen.

Da einerseits Theile mit thatsächlich gelähmten vasomotorischen Nerven durchaus nichts dem Zustande des Auges nach der Trigeminus-Durchschneidung Aehnliches zeigen, anderseits

ich an den Gefässen der Conjunctiva nach dieser Operation mich auch nicht habe von dem Vorhandensein einer Lähmung vasomotorischer Nerven, von dem Vorhandensein einer Hyperämie, die den ersten Anfängen der Ernährungsstörung selbstständig vorausginge, überzeugen können (vergl. bei Büttner a. a. O. p. 270. 271), so halte ich meinerseits zur Erklärung des fraglichen Znstandes des Auges oder vielmehr zur Gewinnung eines Ausgangspunktes der Erklärung die Annahme der Lähmung der vasomotorischen Nerven der Conjunctiva-Gefässe nicht für ausreichend und zulässig und wage vielmehr die Vermuthung, dass es sich um Lähmung von solchen Nervenfasern handele, welche, wie gesagt, analog den Drüsennerven, in einer mehr directen Beziehung zur Ernährung der Gewebe stehen, Nervenfasern, welche im engern Sinne den Namen trophischer Fasern verdienen würden. Dass mit solchem Schluss auch manche andere Beobachtungen bei Thieren und namentlich auch beim Menschen wohl übereinstimmen, ist in der Abhandlung Büttner's bemerkt worden, aus welcher auch zu ersehen ist, in welcher Beziehung wir uns den Angaben Samuel's über trophische Nerven gegenüber zu befinden glauben.

Ueber das Verhältniss der organischen Form zu den mechanischen Naturwissenschaften.

Von

Dr. **A. Classen** in Rostock.

Kant hat die Erscheinungen des organischen Lebens unter der Kritik der teleologischen Urtheilskraft abgehandelt und hat gefunden, dass wir, so wie unsere Urtheilskraft einmal beschaffen ist, nicht anders können, als in allen lebenden Körpern eine innere Ursache, den Zweck des Ganzen, zu welchem alle Theile in untergeordneter Beziehung stehen, anzuerkennen. Diese innere Ursache gesellt sich zur äusseren, den mechanischen Bedingungen, hinzu und steht über ihnen. Wenn dieser Zweck auch sinnlich unerkennbar ist und bleibt, so sind wir durch unsere Reflexion dennoch genöthigt, ihn als ein Princip anzuerkennen, welches bei der Entstehung, Erhaltung und Fortpflanzung jedes lebenden Wesens wirksam ist — wenigstens insofern wir es beurtheilen. Sinnlich erkennbar sind uns nur mechanische Bewegungen, aber aus der Erkenntniss mechanischer Processe lässt sich niemals der Begriff des Zweckes ableiten. Deswegen muss die Beurtheilung organischer Körper wesentlich verschieden von der der anorganischen Natur, nach einem Princip ausgeführt werden, welches in der anorganischen Natur nicht vorkommt. Unsere Vernunft ist so verfasst, dass wir aus mechanischen Grundsätzen vollkommen die Maschine, aber nicht vollkommen den Organismus zu begreifen vermögen. Dieser kann nur erkannt werden mit Hülfe des reinen Begriffes des innern Zweckes, welcher aller Erfahrung vorauf geht.

Der grosse Königsberger Philosoph hält dabei strenge den kritischen Standpunkt fest und untersucht mehr die Urtheilskraft der menschlichen Vernunft gegenüber den organischen

Körpern, als diese selbst. Dabei giebt er zu, dass sie sich möglicher Weise ganz anders verhalten können, als sie uns erscheinen, nur können wir sie niemals nach anderen Principien beurtheilen. Er erklärt es für unmöglich zu erkennen, wie sie an sich sind, und vernichtet kritisch alle Theorien, welche die Natur der Dinge an sich zu begreifen suchen oder in dogmatischer Weise über dieselbe philosophiren. Dem gegenüber ist unser Standpunkt ein etwas anderer geworden. Zwar jede Theorie, welche nicht auf die Erfahrung sich stützt und welche in übereiltem Drange nach der tiefsten Erkenntniss die Begriffe zunächst erfasst, welche Kant für ewig unerkennbar erklärt hat, muss sich in's Phantastische verlieren und bleibt daher werthlos für den wahren Fortschritt. Jede Speculation, welche die Erkenntniss des letzten Grundes der Welt nicht als das Ziel, sondern als den Ausgangspunkt der Erkenntnisse betrachtet, ist für uns verloren. Nur auf der Erfahrung beruht der Fortschritt der Wissenschaft. Ihre Methode ist die zweifache, die Erfahrung einmal durch Einzelheiten zu vermehren, und zweitens die höhere, die gemeinsamen Gesichtspunkte, d. h. die Gesetze für die einzelnen Erscheinungen zu finden. Kein anderer Weg ist es, den Kant eingeschlagen hat, um die Anlagen in der menschlichen Vernunft zu entdecken, kraft deren wir anschauen und denken müssen. Er liess es unbestimmt, ob die Wirklichkeit der Dinge um uns her den in unserer Vernunft vorhandenen Gesetzen entspreche oder nicht. Hegel verdanken wir den Ausspruch, dass die Gesetze des Seins den Gesetzen des Denkens entsprechen, und die letzteren eben nur deshalb die bestimmte Form haben, weil dieselben Formen allgemeine Gültigkeit für alles Dasein haben. Dieser Satz wird indessen noch immer mehr durch die Erfahrung bestätigt werden müssen, ehe er als wirklich bewiesen angesehen werden kann. Ebenso wie die Hypothese des Kopernikus erst durch Kepler und schliesslich durch Newton mehr und mehr befestigt wurde, so ist es erforderlich, jenen Ausspruch Hegel's, dass die Gesetze des Seins den Gesetzen des Denkens entsprechen, nach allen Richtungen an der Erfahrung zu prüfen. Bis jetzt sind auch keine nachhaltigen Widersprüche dagegen erschienen. Man hat im Gegentheil einsehen gelernt, dass das logische Denken und mechanisches Geschehen, Logik und Mechanismus, wenn nicht geradezu identisch, so doch einander genau entsprechende Processe sind; und für die Anschauung glaube ich eine Bestätigung jener Wahrheit darin gefunden zu haben, dass ich für die Empfindung der Netzhaut die räumliche Form beansprucht

habe, welche wiederum in der physischen Organisation begründet ist.

So ist also unser Standpunkt den Dingen gegenüber nicht mehr der Kantische. Der Grund aller Erscheinungen ist uns keineswegs vollständig verschlossen, nur dem sinnlichen Erkennen ist eine Grenze gesetzt in unserer Organisation selbst. Auf dem Boden sinnlicher Wahrnehmungen dürfen wir aber über diese hinaus Schlüsse ziehen, welche immer grössere und weitere Uebersichten über die Thatsachen, d. h. Einsichten in ihren Zusammenhang gestatten. Hüten wir uns nur, dass wir im Bewusstsein der Anlage und Fähigkeit unsrer Vernunft, der keine Grenzen, das Höchste zu erkennen, gesetzt sind, nicht die nothwendige Stufenfolge der Schlussfolgerungen überspringen, und uns dadurch willkürlich in Phantasien verlieren.

Den organischen Körpern gegenüber müssen wir nun den von Kant in Bezug auf unsere Urtheilskraft aufgestellten Unterschied aufrecht erhalten. Ein innerer Zweck tritt in ihnen in einer Weise hervor, wie nirgends anders in der anorganischen Natur. Wenn Kant sagte: wir müssen vermöge unserer Vernunftbedingungen die organischen Körper so beurtheilen, als wenn eine innere über der Materie stehende Ursache sich bei ihrer Entstehung mit den mechanischen Kräften vereinigt, so sagen wir: wir müssen sie nicht nur so beurtheilen, sondern wir haben die Aufgabe, jene innere Ursache, welche angeblich unerkennbar sein soll, zu erkennen, so weit die strenge Forschung es zulässt. Lotze steht allerdings auf einem andern Standpunkte. In dem berühmten Aufsatze über Leben und Lebenskraft in Wagner's Handwörterbuch für Physiologie leugnet er die specifische Verschiedenheit der Zwecke, welche in der organischen und der anorganischen Natur verwirklicht sind. Eine zweckmässige Ordnung gehe durch die ganze Welt von der Schöpfung an, aber die Zwecke seien nie als wirkende Kräfte aufzufassen. Ebenso wie in der ganzen unbelebten Natur alle Zwecke vorherbestimmt und die Fähigkeit, sie zu erreichen, in die mechanisch wirkenden Massen hineingelegt sind, so sind die Naturideen, welche in den organischen Wesen verwirklicht sind, nichts Anderes als die vorbestimmten Muster, nach welchen die mechanischen Kräfte zusammenwirken. Nicht anders als wie die abstracte Formel der Parabel sich zur wirklichen Ausführung dieser Linie verhält, so verhalten sich die Gattungsideen zu den vollendeten Organismen. Es sind reine Begriffe, welche wohl eine legislative Gewalt für die Thätigkeit der Massen haben,

aber nie anders wirksam werden, als insofern sie als die Consequenzen von mechanischen Bedingungen, die von der Schöpfung her in die Massen hineingelegt sind, zur Erscheinung kommen. Alles Streben der Massen, diesen Plan der Schöpfung zu verwirklichen, ist für Lotze rein aus den Combinationen und Eigenschaften mechanisch wirkender Massen zu erklären. Hierin findet er die eigentliche Aufgabe der Physiologie. So unterscheidet sich bei ihm die Organisation lebendiger Körper nur dadurch von der mechanischen Bewegung todter Substanzen, dass dort die Bedingungen der Mischung und Anziehung unendlich viel mannigfaltiger und complicirter sind als hier. Die Bildung eines Krystalles ist für Lotze nur dadurch von der eines Organismus unterschieden, dass sie nach einfacheren mathematischen Formeln, entsprechend der einfacheren Mischung der Substanz, zu berechnen ist, und dadurch, dass bei der Krystallisation der Ansatz des ersten Grundstockes dem Zufall äusserer Verhältnisse überlassen ist, während der Keim des Organismus durch die natürlichen Einrichtungen mit einer gewissen Sorgfalt beschützt und behütet wird. Um den Plan jedes lebenden Wesens seinem innern Wesen nach zu erkennen, müsse man hoffen, mathematische Formeln zu gewinnen, welche der Bildung aller Formen in der Weise Gesetze vorschrieben, wie die Formel der Parabel der wirklichen Linie; in den regelmässigen Formen niederer Thiere, wie z. B. des Seesterns, scheine die Aufgabe weniger schwierig, als in den höheren Organismen. Er unterscheidet also nicht wesentlich von einander die lebendige von der unlebendigen Natur, sondern durch die ganze Welt hindurch nur die legislative und die executive Gewalt; jene vertreten durch die von dem Schöpfer vorbestimmten Zwecke, diese durch die mechanisch wirkenden Massen, in welche von vorn herein die Fähigkeit, jene Zwecke zu verwirklichen, gelegt ist. „Die Analyse des Thatbestandes zeigt uns, dass weder in der Mischung noch in der Gestaltbildung des Organischen Facta vorliegen, welche verböten, den Organismus als das Resultat mechanischer Kräfte, die auf eine bestimmte Weise combinirt sind, aufzufassen."

Von hier aus lassen sich gegen Lotze's Anschauungen Einwendungen erheben. Das Factum, welches jene Erklärung verbietet, ist die organische Form und die Unmöglichkeit, sie auf mathematische Formeln zurückzuführen; dazu die Beobachtung des Wachsthums und der Fortpflanzung organischer Körper. Wir wollen diese Behauptung zu motiviren suchen.

Die einfachste organische Form ist die Zelle; möge eine umgrenzende Membran als integrirender Bestandtheil zu ihr

gehören, oder möge ein nur von Protoplasma umgebener Kern das Wesentliche sein, immer muss ihre Form nur durch das Verhältniss begriffen werden, in welchem ihre peripherischen Theile zum Centrum stehen. Die Zelle ist niemals eine Anhäufung gleichartiger Theilchen zu einem homogenen Klumpen, sondern sie ist ein geordnetes System differenter Theilchen, von welchen man nicht einen losreissen darf, ohne das Ganze zu zerstören. Dass eine Membran bei einigen Zellen zu fehlen, bei den meisten vorhanden zu sein scheint, thut dieser Behauptung keinen Eintrag; denn eine Zelle, welche eine Membran hat, wird zerstört, wenn man einen Theil der Membran fortreisst, eine Zelle ohne Membran würde aber zerstört durch die Entfernung von einem Theilchen ihres Protoplasma. Die rein anatomische Betrachtung müsste schon zu einer solchen Auffassung jeder Zelle als eines systematisch geordneten Ganzen führen. Gestützt wird sie durch die Beobachtung im Leben, welche beweist, dass einige Theile eine bedeutsamere Wirkung ausüben als andere, dass regelmässig das Centrum in einer Art von Gegensatz zu den peripherischen Theilen sich befindet, und die Veränderungen einen gewissen bestimmenden Einfluss des Centrums auf die peripherischen Theile zeigen. Bei manchen Pflanzenzellen sind ja die stromähnlichen Bewegungen vom Centrum zur Peripherie und wieder zurück dem Auge sichtbar geworden; bei thierischen Zellen sehen wir, indem sie wachsen und sich fortpflanzen, die Kerne zunächst sich theilen, auseinander rücken und das Protoplasma bestimmend nach sich ziehen. Die Fähigkeit zu wachsen und sich fortzupflanzen scheint von der Integrität des Kernes abzuhängen. Von dort nach der Peripherie hin scheint der bestimmende Einfluss desselben successive abgeschwächt zu werden; darauf deutet die Erstarrung der äussersten Schicht zur Membran, die vielleicht das Ergebniss innerer und äusserer Einwirkungen durch die Berührung mit den umgebenden Substanzen ist. Wahrscheinlich verschmilzt in den Geweben mit Intercellularsubstanz die Zellmembran mit der letzteren, ja vielleicht geht diese überhaupt hervor aus einer successiven Neubildung und festen Verschmelzung von Zellmembranen. Dem sei nun wie ihm wolle; die Untersuchungen über die Gesetze der Formbildung sind noch nicht geschlossen, aber so viel lässt sich doch jetzt schon mit Sicherheit sagen, dass schon in dem einfachsten Formelement, der Zelle, eine Anordnung aller Theile existirt, wie sie in der ganzen anorganischen Natur kein einziges Analogon findet. Das Charakteristische liegt einmal in der Wechselbeziehung des Centrums zu den peri-

pherischen Theilen und zweitens darin, dass die Zelle ein geschlossenes Ganze ist, von dem man keinen Theil entfernen darf, ohne das Ganze zu zerstören. Die Theile erhalten ihre Bedeutung nur dadurch, dass sie Glieder des Ganzen sind, obwohl sie alle ausser dieser Beziehung auf die Form des Ganzen zugleich ihre mechanischen Eigenschaften, ebenso gut als gehörten sie nicht zur Zellenform, besitzen. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften aller Zellenbestandtheile sind keine andern, als dieselben Stoffe ausserhalb des Organismus zeigen, aber in der Zelle sind sie benutzt, um eine Form zu bilden, wie sie in der anorganischen Natur undenkbar ist. Zwar kreisförmige Bewegungen, in welchen die peripherischen Theile in einer gesetzmässigen Beziehung zu ihrem Centrum stehen, finden sich in der mechanischen Welt genug; in gasförmigen wie in tropfbaren Flüssigkeiten bietet sie jeder Wirbel, Strudel u. s. w. Mechanische Stösse, welche von einem Punkte aus ihren Einfluss in wellenförmigen Schwingungen auf die Umgebung ausbreiten, sind sehr gewöhnliche Thatsachen der Erfahrung. Diese sind alle aus mechanischen Grundsätzen begreiflich und deswegen nach mathematischen Formeln zu berechnen. Aber diese Erscheinungen werden alle durch die äussere Einwirkung einer Substanz auf die andere hervorgebracht, und sie verschwinden, sobald dieser Anstoss von aussen zu wirken aufhört. Bei der Zelle ist aber der Grund der Anordnung ihrer Theile in ihr selbst gelegen und nicht durch irgend eine erkennbare äussere Ursache gegeben. Der Kern ist nicht in's Protoplasma hineingedrungen, wie der Stein, welcher Ringe im Wasser durch seinen Fall erzeugt, sondern Kern und Protoplasma sind zugleich entstanden, zwar unter Mitwirkung der mechanischen Eigenschaften der Materie, aber im Grunde durch eine Kraft, die uns unerkennbar bleibt, denn sie hat von innen heraus formbestimmend auf die Theile eingewirkt. Um Lebensdauer zu haben, muss zwar die Zelle in Berührung mit ernährender Materie ringsum bleiben, aber bei allem Verkehr und Stoffaustausch mit der Umgebung erhält sich die Form nach einem Princip, welches in ihr liegen muss, denn von aussen ist es nicht hineingekommen.

Oder will man mit organischer Formenbildung den Process der Krystallisation vergleichen, so kommt man zu dem Standpunkt, auf welchem die Mehrzahl der Physiologen heutzutage zu stehen scheint, und der am einfachsten in Ludwig's Einleitung zu seinem Lehrbuch der Physiologie so ausgesprochen ist: „Die Form ist nichts Anderes, als die aus irgend welchen

Anziehungen einer Substanz hervorgehende Lagerung der Theilchen.“ Dies ist vollständig richtig von jeder anorganischen und vollständig falsch von jeder organischen Form. Ein Krystall hat keinen Mittelpunkt wie die Zelle, welcher eine bestimmende Wirkung auf die peripherischen Theile ausübte; ein Krystall ist durch alle Theile hindurch gleichmässig gemischt, selbst eine complicirte Anhäufung von Krystallen, wie in einer Schneeflocke, bietet uns nur eine Anhäufung völlig gleich gemischter ganz ähnlicher Körper. Selbst wenn durch den Zwang äusserer Verhältnisse dendritische Formen niedergeschlagen sind, so fehlt ihnen doch jede Gruppirung zu einem geschlossenen, zusammengehörigen Ganzen, welches das Charakteristische jeder organischen Form ist. Man spricht von Krystallindividuen, aber dieser Ausdruck ist eben nur ein Nothbehelf, der organischen Natur entnommen. Zerschlägt man dies Individuum nur nicht zu roh, sondern löst es in einer geeigneten Flüssigkeit zur Hälfte auf, so behält man ein ebenso gutes Individuum übrig, als das alte war. Aber wo ist die organische Form, der man Aehnliches zu bieten vermag? Man wird nicht den Baum, der eine Sammlung von Individuen ist, anführen wollen, und ebenso wenig niedere Polypenarten, die sich theilen lassen; denn nach der Theilung haben diese doch nur die Fähigkeit, wieder zu abgerundeten Formen sich fortzubilden, im Augenblicke sind jedenfalls die beiden Hälften nicht so gesunde Individuen wie vor der Theilung das ganze Thier. Die Theile stehen in jeder organischen Form in einer so dem Plan des Ganzen untergeordneten Beziehung, wie es nicht im Krystall und überhaupt nirgends in der anorganischen Natur auch nur in analoger Weise vorkommt.

Wenn also die Analogie zwischen einer Zelle und einem Krystallindividuum aus dem Grunde ganz unglücklich ist, weil die Zelle in strengerem Sinne untheilbar ist als der Krystall, und weil sie nicht eine Anhäufung gleichmässig gemischter Theile nach einem bestimmten, die Form beherrschenden Gesetze darstellt, wie jener, so ist doch noch die Frage nicht ganz entschieden, ob wir überhaupt hoffen können, die Form der Zelle als das Resultat ihrer Mischung zu erkennen. Wäre sie das Resultat der Mischung, so müssten wir als ein erreichbares Ziel unserer Forschung betrachten, die mathematische Formel zu finden, nach welcher die Form der Zelle zu bestimmen ist; denn die Mischung ist ein mechanischer Process und alles was mechanisch ist, muss auch durch mathematische Formeln begriffen werden können. Diese sind der

Ausdruck für die Gesetze des mechanischen Geschehens sowohl wie des logischen Denkens. Aber wird die Form der Zelle besser begriffen, wenn man irgend eine denkbare mathematische Figur auf sie anwendet? Ist es für sie charakteristisch, wenn man die Form ihres Umfanges beschreibt oder die excentrische Lage ihres Kerns? Dies kann nicht für die Zellenform charakteristisch sein, denn bei der ungemessenen Mannigfaltigkeit in der Gestaltung dieser Momente finden wir bald, dass es überhaupt unmöglich ist, hierfür Formeln zu finden. Eine einzelne Zelle mag einem Kreise auf ihrem Durchschnitt gleichen, eine andere einer Ellipse, aber die Abweichungen von diesen Figuren sind so unbeschränkt zahlreich, dass wir einsehen müssen, dass die Berechnungen der Umgrenzungslinien überhaupt keine charakteristischen Merkmale für die Zellenform ergeben können. Gerade ebenso verhält es sich mit der Lage des Kerns in der Zelle; es giebt keinen mathematischen Mittelpunkt in ihr, sondern nur einen dynamischen. Dagegen kann man sagen, dass ausser der innern Mischung nothwendig auch die Berührung mit benachbarten Substanzen die Zellenform bestimmen muss, weil eben ihre Consistenz nachgiebig und weich ist, und so hätte man doch in Summa immer nur mechanische Bedingungen, welche die Form bestimmten. Aber damit ist doch nur der äussere Umfang der Zelle bestimmt, der allerdings erfahrungsmässig sich oft genug nach den Umgebungen richten muss. Dieser ist aber nicht allein charakteristisch für die Form der Zelle. Die eigenthümliche Organisation im Innern, das Verhältniss zwischen centralen und peripherischen Theilen wird nicht durch diese äusseren Einwirkungen bestimmt. Steine, welche am Meeresgrunde hin und her gerollt und glatt gerundet und geschliffen wurden, verdanken ihre Form einzig und allein ihrer innern Mischung und den äusseren auf sie einwirkenden Gewalten, aber eine organische Zelle verdankt ihre Form einem Princip, welches durch mechanische Grundsätze vollkommen unbegreiflich ist. Kein Körper der anorganischen Natur ist ein geschlossenes Ganze für sich, von dem man nicht einen Theil entfernen kann, ohne das Ganze wesentlich zu verändern, nur in der lebenden Natur ist die Erscheinung eines Individuums verwirklicht; jede Zelle ist ein Individuum, ihre Theile sind zum Zwecke des Ganzen zusammengefügt, es ist ein innerer Zweck da, der sich in der Form ausspricht, zum Unterschiede vom äusseren Zwecke, durch welchen ein Körper dem andern dient. Diese äusseren Zwecke sind überall auch in der anorganischen Natur zu finden, so weit mechanische Grundsätze reichen. Sie sind eben identisch

mit mechanischen Gesetzen. Wenn ein Körper mechanisch auf den andern stösst, und bestimmte Bewegungen, Mischungs- und Formveränderungen die Folge sind, so können wir sagen, dass in dieser Folge der Zweck jener voraufgegangenen Bedingungen verwirklicht ist. Hier ist der Zweck ein reiner Begriff nach der Auffassung Lotze's, mit der Entstehung der Materie zugleich in sie hineingelegt als unveränderliche Eigenschaft von Anfang her. Ein Streben, diesen Zweck zu erfüllen, ist hier nichts weiter, als ein Ausdruck dafür, dass aus den mechanischen Prämissen bei gelegentlichem Anstoss die nothwendigen Consequenzen folgen. Deswegen passt das Wort Streben hier überhaupt nicht so wie es in der organischen Natur passt. Wenn Henle von den Theilen des organischen Körpers ein Streben behauptet, der Idee der Gattung nachzukommen, so ist das in ganz anderem Sinne richtig, als wie Lotze es deutet, der es ganz mit jenem mechanischen Geschehen identificirt. Der innere Zweck, die organische Form zu vollenden, ist das Moment, welches die lebende von der todten Natur unterscheidet; und von einem Streben nach diesem Zwecke kann man deshalb reden, weil man es hier mit Principien zu thun hat, die wegen ihres Gegensatzes zu allen mechanischen Gesetzen mit Bezeichnungen belegt werden dürfen, die unserm Gemüthsleben entnommen sind.

Es ist nicht ganz leicht, aus der Form des einfachsten organischen Elementes, der Zelle, allein die durchgreifenden Unterschiede zwischen organischer und anorganischer Formenbildung nachzuweisen. Wir haben deswegen schon wiederholt uns überzugreifen erlaubt auf die Fähigkeit der Zelle, sich von innen heraus zu entwickeln und fortzupflanzen. Erst von hier aus wird die Form in ihrer eigenthümlichen selbstständigen Bedeutung klar. Leichter, aber freilich sehr viel weitläufiger wäre unsre Aufgabe gewesen, wenn wir von vorn herein einen vollendeten Organismus den Formen der anorganischen Welt gegenüber gestellt hätten. Der innere Zweck, welcher in ihm erreicht ist, ist leichter in die Augen fallend, doch auch in demselben Maasse, wie die Form verwickelter ist, schwieriger gegen alle entgegenstehenden Ansichten durchzuführen. Dagegen jetzt, nachdem wir zunächst das einfachste Formelement schon als organische Einheit gegenüber der theilbaren anorganischen Masse kennen gelernt haben, wird es uns leichter, im ganzen Organismus die bedeutend kunstreichere Verwirklichung höherer Zwecke nachzuweisen, als in der Zelle allein. Wir können uns nicht mit einer Ansicht einverstanden erklären, welche das letzte Geheimniss organischer Individua-

lität in der Zelle sucht. So fruchtbar die von Virchow hauptsächlich angeregten Gedanken gewesen sind, so segensreich sie auf dem Gebiete der Pathologie gewirkt haben, so können wir doch die in der Cellularpathologie niedergelegten letzten theoretischen Anschauungen nicht ganz zu den unsrigen machen. Wenn man den ganzen Organismus als eine aus selbstständigen Zelleneinheiten zusammengesetzte sociale Einrichtung betrachtet, so mag das auf den thatsächlichen anatomischen Verhältnissen beruhen, aber es ist nur noch nichts damit für's Verständniss der Form des ganzen Körpers gewonnen. Derselbe Fehler, den wir vorher den streng mechanischen Anschauungen vorhielten, welche die organische Form aus dem Zusammenwirken mechanischer Massen erklären wollten, wiederholt sich hier, wenn man die Form des Ganzen aus dem Zusammenwirken aller einzelnen Zellen erklären will. Dem Organismus gegenüber hat die Zelle keinen eignen Zweck, sondern sie bekommt einen äussern Zweck, indem sie als Element, gleichsam als Baustein, zum Gefüge des ganzen Bauwerks dient. Der Zweck des Organismus gegenüber der Zelle ist ein innerer, ebenso wie der der Zelle gegenüber den mechanischen Massen. Wie diese von einer bisher unerkannten Kraft unter Beibehaltung aller mechanischen Eigenschaften zur Constituirung der Zellenform benutzt wurden, so benutzt — wir sagen es vorläufig — die Idee des Organismus die Zellen als ein Material, um sich nach Principien aufzubauen, welche nur aus der Idee des Ganzen, nicht aus den Theilen, begriffen werden können. Man sagt zwar, der ganze Organismus gehe aus einer einzigen Zelle, der Eizelle, hervor und deswegen sei das Räthsel der ganzen Organisation im Zellenleben begründet. Aber dieser Schluss ist deshalb falsch, weil die Eizelle nicht mit allen übrigen Zellen, welche sich aus ihr entwickeln, gleichgesetzt werden kann. Sie verhält sich zu ihnen, abgesehen davon, dass sie nicht von sich allein, sondern erst nach Aufnahme von befruchtendem Stoffe fähig wird, sich weiter zu entwickeln, gerade so wie das Ganze zu seinen Theilen. Allerdings wenn man alle Fähigkeiten der Entwickelung, welche in einer Eizelle liegen, erkannt hat, so hat man damit den ganzen Plan eines vollendeten Organismus erkannt, aber solche Fähigkeiten darf man in einer Bindegewebs- oder Epithelzelle nicht suchen. Diese haben zwar ihren innern Zweck, der sie von jeder anorganischen Materie unterscheidet, aber dem ganzen Körper gegenüber sind sie wieder untergeordnete Theile, deren Selbstständigkeit eben dadurch beschränkt ist, dass sie in den Plan des Ganzen

eingefügt sind. Aus den Eigenschaften der Zellen lässt sich allerdings die Textur grösserer Organe und Apparate im Organismus erklären, z. B. aus der Imprägnation der Knochenzellenwände mit Kalksalzen lässt sich die Härte der Knochen ableiten, aber warum die Knochen diese bestimmte Form haben, und gar warum der Mensch eine Wirbelsäule und vier Extremitäten hat, das wird man schwerlich aus der Natur der einzelnen Knochenzellen entwickeln können. Der blosse Versuch dazu würde sich schon als ein Missbrauch des Verstandes darstellen. Man kann wohl sagen: die Durchsichtigkeit und Gestalt der Hornhaut ist bedingt durch ihren lamellösen mit Zellen versehenen Bau und ihre chemische Mischung, aber warum diese Lamellen und Zellen grade am vordern Pol des Auges in die Sclerotica eingefügt sind, das kann unmöglich aus der Natur ihrer Bestandtheile erklärt werden. Darin zeigt sich vielmehr der Zweck, das Licht bis auf die Netzhaut durchdringen zu lassen, damit hier Gesichtsempfindungen entstehen. Also ist der Zweck des Auges das Princip, welches hier bestimmend auf die locale Anordnung, Form und Mischung der Theile gewirkt hat.

Ein solcher Zweck beherrscht also die Bildung des ganzen Körpers, jedes Organs, jeder Zelle. Es ist ein innerer Zweck, welcher allein der Vollendung des Organismus in allen Theilen vorsteht und eben dadurch sich von allen äusseren Zwecken unterscheidet, welche in der mechanischen Welt verwirklicht sind. In der anorganischen Natur zeigt sich nie ein anderer Zweck verwirklicht, als dass ein Körper dem andern gleichsam einen Nutzen erweist. Aus vielen Wassertropfen besteht das Meer, aus Mineralien der Berg, eins bringt das andere hervor, aber keins hat seinen Zweck in sich, keins ist ein untheilbares abgeschlossenes Ganze. Der Begriff des Zweckes, wenn er überhaupt hier angewandt werden soll, ist nicht anders verwirklicht, als durch mechanische Causalität. Es ist gleichgültig, ob wir sagen: diese Wirkung entspringt aus jener Ursache, oder: diese Wirkung ist der Zweck, welcher durch jene Ursache verwirklicht ist. Den Ausdruck Zweck dürften wir eigentlich in der anorganischen Natur nur dann gebrauchen, wenn wir uns auf den Standpunkt des Schöpfers stellen. Nur durch das religiöse Vertrauen, dass nichts ohne einen höhern Zweck geschaffen ist, welches jedoch in wissenschaftlicher Hinsicht höchstens eine Wahrscheinlichkeit sein kann, lässt sich der Ausdruck Zweck für die aus einer mechanischen Ursache entsprungene Wirkung rechtfertigen. Ebenso dürfen wir nicht in streng wissenschaftlichem Sinne von einem Streben

nach der Erfüllung eines Zweckes bei mechanischen Bewegungen sprechen. Der Begriff des Strebens setzt ein vorgestecktes Ziel voraus, welches erreicht, vielleicht auch nicht erreicht werden kann, während wir bei mechanischen Bewegungen nur von einem erreichten Ziel, wenn wir überall den Zweckbegriff gebrauchen wollen, reden können. Lotze gebraucht zwar das Beispiel, dass ein Krystall durch ein Hinderniss in der Ausbildung seiner Form gehemmt werden könne, und dass wir nicht wissen können, ob nicht die krystallisirende Substanz im Moment der Erstarrung es für zweckmässig halten könne, weil ihr die Ausbildung einer Ecke verwehrt sei, nun eine andere Richtung aller Theilchen einzuschlagen, um der beabsichtigten Form möglichst nahe zu kommen. Aber was in aller Welt kann uns zu einer so fremdartigen Vorstellung bewegen? Wir erkennen doch am missbildeten Krystall dieselben Kräfte wieder, welche im vollkommen ausgebildeten die Lagerung seiner Theile bestimmten, und können auch die äussere Ursache begreifen, welche sie in dem abnormen Falle zu einem ungewöhnlichen Resultat zwang. Keine Spur einer Absicht, eines Strebens lässt sich blicken, nichts als nothwendige Wirkungen voraufgegangener Ursachen nach streng mechanischen Grundsätzen, wie überall in der anorganischen Materie.

Dem gegenüber verhält es sich ganz anders mit dem Zweckbegriff in der organischen Welt. Hier finden sich alle Theile eines Organismus in der vollendetsten Zweckmässigkeit vereinigt, um ein ganzes Individuum zu constituiren. Das ist in der einfachsten wie in der complicirtesten organischen Form der Fall, in der Zelle wie in der Faser, in jedem Organ wie in jedem Pflanzen- oder Thierkörper. Ueberall wo nur organische Formen auftreten, da ist in ihnen der Begriff des innern Zweckes, welchem die Theile dienen, ausgesprochen. Er macht den charakteristischen Unterschied zwischen lebendiger und todter Natur. Lotze warnt sehr mit Recht vor der Verwechslung zwischen Ursachen und Zwecken, ein Zweck könne nie als wirkende Kraft auftreten. Dennoch aber müssen wir nothwendig fragen, durch welche Kraft ein Zweck, in specie der innere Zweck eines organischen Körpers, verwirklicht ist. Lotze beantwortet diese Frage einfach mit dem Schöpfer, welcher von vorn herein der Materie die Kraft verliehen habe, auch organische Zwecke zu erfüllen. Dem gegenüber müssen wir aber behaupten, dass wir aus der Erkenntniss der mechanischen Gesetze niemals die Ueberzeugung gewinnen können, dass sie etwas Anderes als anorganische Formen

hervorbringen könnten. Es sind im Thier- und Pflanzenkörper keine andern Stoffe als ausser demselben. Sie sind wohl mannichfaltiger gemischt, aber sie folgen im Körper immer noch denselben mechanischen Gesetzen der Anziehung und Abstossung wie ausserhalb des Körpers. Wir können aus der Erfahrung bereits mit grosser Sicherheit sagen, dass eine solche Lebenskraft, welche die Stoffe im Organismus verhindere, nach denselben Gesetzen wie ausserhalb desselben sich zu verbinden, nicht existirt. Wir können mit gutem Grunde erwarten, dass die Chemie auf demselben Wege, auf welchem sie schon grosse Fortschritte gemacht hat, dahin gelangen werde, alle Mischungsverhältnisse im lebenden Körper zu erkennen und auch künstlich nachzuahmen. Wir finden auch die Gesetze der Hydrostatik und Hydrodynamik, die Lehre vom Hebel und von der Lichtbrechung, die Erscheinungen elektrischer Ströme und unzählige andere aus der anorganischen Natur bekannte physikalische Gesetze im Organismus verwirklicht. Aber wo irgend ein solches Gesetz verwirklicht ist, da dient es dem Zweck der Erhaltung des Ganzen. Die mechanischen Principien sind überall benutzt und angewandt zur Vollendung eines Planes. Aber ausserhalb des Körpers sind dieselben Principien niemals zu einem für Menschen erkennbaren Plan verwandt. Da kann der Plan doch nicht aus den mechanischen Principien hervorgegangen sein. Der Plan setzt nicht allein eine Intelligenz voraus, welche über der Materie steht, sondern auch eine über derselben stehende Kraft, welche zwar die mechanischen Eigenschaften der Materie nicht verändert, aber dieselben zur Vollendung des Planes benutzt. Die Intelligenz, der Verstand allein kann nicht als eine wirkende Kraft gedacht werden, so wenig wie der reine Begriff eines Zweckes; aus den mechanischen Eigenschaften der Materie lässt sich die Kraft ebenso wenig herleiten, folglich muss eine übersinnliche Kraft angenommen werden, welche mit jener Intelligenz verbunden in jedem einzelnen Organismus die Erfüllung des Zweckes bewirkt. Eine solche über der Materie stehende Kraft muss in jedem Organismus vorhanden sein, so lange er lebt; zu dieser Annahme zwingt uns die Betrachtung des Zwecks im organischen Leben. Sie muss in jedem Organismus gegenwärtig sein, denn die mechanischen Kräfte sind aus sich unfähig, einen organischen Zweck zu erreichen.

So sehen wir uns also genöthigt, eine über der Materie stehende Lebenskraft, die man bereits abgethan glaubte, wieder zu restituiren. Und in der That mit demselben Recht, mit

dem man eine höhere Intelligenz statuirt, welche in schöpferischer Weisheit von Anfang an alle Naturideen und Typen mit legislativer Gewalt vorherbestimmt hat, und darauf die mechanischen Massen nur nach den ewigen Mustern arbeiten lässt, oder vielmehr mit noch besserem Rechte darf man eine beständig wirkende Kraft annehmen, welche mit den strebenden und treibenden Kräften unseres Gemüthes zu vergleichen wäre. Denn ein Streben drückt sich in den Wirkungen dieser Kraft unverkennbar aus; der Zweck wird bald in grösserer, bald in geringerer Vollendung erreicht, je nachdem das mechanische Material reichlicher oder sparsamer, in besserer oder schlechterer Beschaffenheit zur Hand war, je nachdem die Entwicklung der Form ungestört oder unter dem Einfluss störender Zufälle von Statten ging. Die Intelligenz aber, die den Plan zweckmässig entworfen und die Mittel zur Vollendung ausgewählt hat, ist mit unserer eignen Intelligenz sehr wenig zu vergleichen, da sie derselben so unendlich überlegen und keiner Irrthümer fähig zu sein scheint.

Von hier aus wird es begreiflich, wie Schopenhauer den Willen zur Lebenskraft erhoben hat, und man könnte mit seinen metaphysischen Ansichten übereinzustimmen versucht sein, wenn er dem Willen nicht noch so mancherlei Eigenschaften beigelegt hätte, die sich schwerlich vertheidigen lassen. Genug, dass wir auf die Gegenwart einer Lebenskraft in allen lebendigen Körpern schliessen müssen, welche aus den mechanischen Eigenschaften der Materie nicht hergeleitet werden kann und folglich einen andern Ursprung haben muss. Sie scheint allerdings verwandt zu sein mit den Kräften unseres Gemüthes und wird vielleicht eben deshalb nur theilweise aber niemals ganz erkannt werden. Dass sie absolut unerkennbar sei, ist nicht richtig, denn erkennen nennen wir das Begreifen des Zusammenhangs von Ursache und Wirkung, welches ebensowohl auf dem sinnlichen wie auf abstractem Gebiete stattfinden kann. In dieser Beziehung existirt kein Unterschied zwischen einer mechanischen und der Lebenskraft. Beide erschliessen wir nur aus ihren Wirkungen, die wir sinnlich wahrnehmen. Wie nun in mechanischen Gesetzen die äusseren Erscheinungen uns veranlassen, auf das Dasein einer wirkenden Kraft als Ursache zu schliessen, ohne dass diese selbst je sinnlich erkennbar würde, so veranlasst uns die sinnliche Wahrnehmung von Formverhältnissen, die sich nicht aus mechanischen Kräften erklären lassen, wie ich oben gezeigt habe, zu dem Schluss auf eine zweckmässig wirkende Kraft, welche die mechanischen Verhältnisse für sich benutzt, also

über denselben steht. Es liegt also von vorn herein in dem Begiff dieser übersinnlichen Lebenskraft ebenso wenig Geheimnissvolles und Mystisches, wie in dem Begriff jeder andern Kraft. Das Mystische wird erst hineingetragen, wenn man den Boden der Erfahrung verlässt und wie die früheren Vitalisten oder wie neuerdings Treviranus oder Carus und Andere die Lebenskraft mit Eigenschaften ausstattet, die sich nicht streng aus der Erfahrung ergeben. Derartige Versuche liegen allerdings sehr nahe, weil wir uns eine Kraft überhaupt nur als die Eigenschaft irgend eines Substrates denken können, und folglich der Lebenskraft irgend ein Wesen, von dem sie ausgeht, unterlegen müssen. Die Erfahrung zwingt uns nicht, dies Wesen eine Substanz zu nennen im Sinne der mechanischen Gesetzen unterworfenen Substanz, denn wir haben gesehen, dass die Lebenskraft Aeusserungen zeigt, welche sie von allen mechanischen Kräften wesentlich unterscheidet. Wir dürfen daher der Lebenskraft ein immaterielles Wesen supponiren, worin natürlich eine Verführung zu allen möglichen Speculationen über die specielle Natur dieses Wesens liegt. Indessen ist es nicht unsre Absicht, derartigen Speculationen nachzugehen, sondern nur uns an das zu halten, was uns durch die Erfahrung aufgenöthigt wird. Jetzt muss die Frage erhoben werden, welches die Angriffspunkte der Lebenskraft auf die Substanz sind, und auf welchen Wegen sie ihren Einfluss auf die Substanzen geltend zu machen im Stande ist. Hier liegt offenbar ein Problem, von welchem wir von vorn herein nicht wissen können, ob es überhaupt lösbar sein wird. Die mechanischen Eigenschaften der Substanzen werden, wie wir schon wiederholt ausgesprochen haben, nicht verändert durch die Lebenskraft. Der Kampf der mechanischen Naturwissenschaften gegen die Lebenskraft hat eben das Resultat gehabt, dass man eingesehen hat, dass alle Bewegungen im lebenden Körper nach denselben Gesetzen erfolgen wie ausserhalb desselben. Man glaubte, die Lebenskraft überhaupt aus den Erklärungsprincipien des Lebens streichen zu müssen, während man in Wahrheit erst zu der Erkenntniss gekommen war, dass sie die Gesetze der mechanischen Welt nicht aufhebe. Das Problem ist nun das: wie kann die Lebenskraft die mechanischen Gesetze zur Formbildung benutzen, ohne auf sie selbst störend einzuwirken? Kein einziges Atom der Masse, welche den Organismus constituirt, soll gegen die in ihm liegenden Spannkräfte oder gegen das allgemeine Gesetz der Schwere bewegt werden, und doch soll die Bildung organischer Formen einem andern als den mechanischen Gesetzen

folgen. Wenn der Mensch durch mechanische Kräfte ein Gebäude errichtet, so verwirklicht er den beabsichtigten Zweck durch äusserliche sichtbare Mittel, er behaut die Steine und trägt sie an den Ort ihrer Bestimmung. Von der Vollendung des Baues bis rückwärts zum Gedanken und Willen des Menschen, welcher den ersten mechanischen Anstoss giebt, ist die Kette von Ursache und Wirkung nirgends unterbrochen. In gleicher Weise dürfen wir behaupten, dass die Kette mechanischer Causalität während der Bildung organischer Formen auch in der Eizelle nicht unterbrochen wird. Wie aber ein immaterielles Wesen, welches wir der Lebenskraft supponirt haben, dabei irgend einen Einfluss auf die Materie gewinnen kann, das ist ebenso dunkel, wie die Einwirkung des menschlichen Willens auf seine Nerven und Gliedmaassen, oder umgekehrt wie die Einwirkung der Nerven auf die Wahrnehmung.

In Bezug auf diese letztere Einwirkung hat Lotze allerdings sehr scharfsinnige Erklärungsversuche gemacht, indem er die Seele mit dem Gehirn wie eine Substanz mit der andern verbunden sein lässt und ganz nach Art der mechanischen Einwirkung einer Substanz auf die andere sich denkt, dass die Veränderungen der Seele entsprechende Bewegungen in der Nervensubstanz hervorbringen, und wiederum bestimmte Bewegungen in der Nervensubstanz bestimmte Veränderungen in der Seele hervorrufen. Aber diese dualistische Ansicht kann deswegen nicht vollkommen befriedigen, weil die Analogie mit anderen mechanischen Vorgängen nicht streng ist. Denn wenn sonst eine Substanz auf die andere wirkt, so theilt sie dieser dieselbe Bewegung mit, welche sie vorher hatte, aber nirgend wüsste ich ein Beispiel, dass eine Substanz in der andern eine von ihrer eignen Bewegung so specifisch verschiedene Bewegung hervorzurufen im Stande wäre, wie die seelischen und mechanischen Veränderungen und Bewegungen von einander verschieden sind. Uns scheint es vielmehr, dass es unmöglich ist, nachdem das Problem ausgesprochen, einen Schritt weiter zu seiner Lösung zu gelangen. Wir werden die Art und Weise, wie eine übersinnliche Kraft auf die Materie einwirkt, deswegen nie erkennen, weil der eine der beiden Factoren, das Substrat der übersinnlichen Kraft, sinnlich nicht erkennbar ist. Wir sehen wohl die vollendeten Wirkungen und schliessen aus ihnen zurück auf das Dasein einer Ursache, aber der Angriffspunkt dieser Ursache auf den bewegten Stoff bleibt uns unerkennbar, weil die Ursache selbst ihrer Natur nach sich unserer Erkenntniss entzieht. Mit dieser Behaup-

tung ist aber auch die Vertheidigung der übersinnlichen Lebenskraft gegen alle mechanischen Lebenstheorien gesichert. Es ist kein Widerspruch da zwischen dem Satz, dass alle Bewegungen im lebenden Körper nach mechanischen Gesetzen erfolgen, und dass dennoch die Form durch eine zweckthätige über der Materie stehende Kraft bestimmt ist. Die Art, wie diese Kraft auf die Materie einwirkt, ist nicht mechanisch und deswegen nicht erkennbar, aber auch nicht im Widerspruch mit mechanischen Gesetzen. Wenn nun eine Theorie das ganze Leben aus mechanischen Grundsätzen erklären will, so können wir verlangen, dass sie erst die Möglichkeit nachweist, wie ein derartiger innerer Zweck, welcher in jeder organischen Form ausgesprochen ist, durch mechanische Causalität zu Stande kommen kann. Ist das aber unmöglich, so ist die Wirksamkeit einer übersinnlichen Lebenskraft in jedem Organismus, ohne irgendwie den mechanischen Gesetzen zu widersprechen, für gesichert zu halten.

Die Form des organischen Körpers und aller seiner Bestandtheile ist es, in welcher sich die sinnlich unerkennbare Lebenskraft ausspricht; alle Bewegungen im lebenden Körper geschehen ebenso wie im todten nach mechanischen Gesetzen, aber die Form, in welcher alle Bestandtheile eingeschlossen sind, steht über diesen Gesetzen. Wachsthum und Fortpflanzung sind die Veränderungen, denen die Form beständig ausgesetzt ist; so lange diese Veränderungen vor sich gehen, ist die Lebenskraft mit der mechanischen Masse vereinigt, ihr Aufhören ist der Tod. Die Reizbarkeit organischer Theile, welche in der neuesten Zeit wieder wie schon zu Haller's Zeiten als ein specifisches Merkmal des Lebens betrachtet worden ist, können wir nur als eine mechanische Eigenschaft betrachten. Darin stimmen wir Lotze bei und glauben, dass man, um überall Unklarheiten zu vermeiden, nicht scharf genug durchführen kann, dass ein Reiz immer nur eine mechanische Einwirkung ist, welche mechanische Folgen haben muss. Erst wenn in der Folge Ernährungsveränderungen herbeigeführt sind, so ist es eine unbestreitbare Eigenthümlichkeit lebendiger Körper, dass seine Formelemente wachsen und sich fortpflanzen, doch würde dies erst eine indirecte Folge der Reizung sein. Virchow hat allerdings die nutritive und formative Reizung in den Begriff der Reizung aufgenommen; bei diesen haben wir es allerdings mit Folgen eines Reizes zu thun, welche nur sich im lebenden Körper entwickeln können. Die functionelle Reizung dagegen ist ein so rein mechanischer Vorgang, dass man ihn nicht als eine Eigenthümlichkeit des Lebens

bezeichnen darf. Auf chemische oder physikalische Anstösse folgen chemische oder physikalische Bewegungen nach denselben Gesetzen, so lange nur noch die Mischung der Theile dieselbe geblieben ist. Auch nachdem die Fähigkeit, sich zu ernähren und zu wachsen, erloschen ist, kann offenbar in festeren Theilen die Mischung sich noch einige Zeit erhalten, bis sie allmälig, wahrscheinlich zunächst durch Eintrocknung in Folge der mangelnden Blutzufuhr, verändert wird. In diesem Sinne muss man consequenter Weise die Reizbarkeit der Muskel- und Nervenfaser nach dem Tode betrachten; in diesem Sinne muss man auch die Contractilität und Beweglichkeit von Zellen und Fasersubstanzen auffassen. Letztere sind in der neuesten Zeit besonders oft als vitale Eigenschaften bezeichnet worden mit einer absichtlichen Gegenüberstellung gegen mechanische Erscheinungen. Und doch darf man diese Bewegungen nicht anders, als durch mechanische Einflüsse hervorgebracht ansehen, sowohl im Leben wie nach dem Tode. Es ist gar kein Grund einzusehen, warum wir uns hier die Kette mechanischer Causalität unterbrocheu denken sollten. Die organische Form allein im Ganzen wie in allen einzelnen Elementen lässt sich wirklich nicht auf mechanische Principien zurückführen. Ihr liegt das Princip einer zweckthätig wirkenden Ursache zu Grunde, welches in der mechanischen Welt nicht vorkommt. In vieler Beziehung also denken wir mechanischer als die Theorien, welche sich allein auf die Individualität der Zelle gründen. In der Zelle ist kein grösseres Räthsel verwirklicht, wie in der Form des Ganzen, und die Form des ganzen Organismus ist nicht durch die Zusammensetzung aus Zellen aufgeklärt. Ueberall, wo organische Form sich bildet und fortpflanzt, da ist dasselbe Räthsel zu finden.

Weil aber die organische Form ihr Princip nicht in mechanischen Gesetzen findet, so ist die organische Morphologie eine Wissenschaft mit ganz selbstständigen Principien, welche nicht mechanischen Gesetzen unterworfen sind. Die oft erhobene Prätension, dass Chemie und Physik in Zukunft die Principien der Anatomie zu entdecken und zu entscheiden hätten, ist vollständig zurückzuweisen. Man kann allerdings nur wünschen, dass alle mechanischen Gesetze, welche im lebenden Körper verwandt sind, möglichst bald erkannt sein mögen, aber man wird dadurch nie dahin kommen, den letzten Grund der Form, das geistige Band, zu entdecken. Die Form ist ja nicht unabhängig vom Stoff, denn ohne diesen kommt sie überhaupt nicht zum Vorschein, und die träge Masse kann die Fülle ihrer Vollendung hemmen oder befördern,

je nachdem sie reichlicher oder sparsamer zuströmt, aber nie wird durch die Eigenschaften der Masse die Form im Grunde begriffen. Die Modificationen der Rassen und Gattungen durch den Lauf der Zeiten sind durch die nothwendige Verbindung der gestaltgebenden Kräfte, der Ideen, mit dem materiellen Stoff hervorgerufen; die vergleichende Anatomie hat deswegen die wichtigsten Aufschlüsse von der Physik und Chemie zu erwarten, aber niemals können die Principien dieser Wissenschaften an die Stelle der Morphologie treten.

Damit ist aber ein Gebiet der Naturwissenschaften scharf begrenzt und abgezweigt, auf welches sich jener Ausspruch Kant's nicht anwenden lässt, dass die Naturwissenschaften nur soweit wahre Wissenschaften wären, als Mathematik in ihnen vorhanden ist. Dieser Ausspruch gilt in seiner ganzen Schärfe von den mechanischen Naturwissenschaften, aber er passt nicht auf die organische Formenlehre. Denn in dieser sind die letzten Principien keine mechanischen, also auch keine mathematischen. Es ist ein Irrthum, wenn Lotze meint, dass dereinst mathematische Formeln gefunden werden könnten, nach denen sich die Krümmungen organischer Formen berechnen liessen. Es ist die Idee des innern Zweckes, welche die Formen organischer Körper bestimmt, und nicht mathematisch zu berechnen ist. Denn diese Idee findet in der Mathematik keinen adäquaten Ausdruck. Die Mathematik ist der geistige Ausdruck für die strengste mechanische Causalität. Sie ist der reinste Ausdruck logischer Formen des Verstandes, der Denkgesetze, welche mit Hülfe der Anschauung entwickelt werden. Aber die organische Form ist nicht von einer Kraft, welche dem Verstande gleicht, geschaffen, sie ist vielmehr der Ausdruck eines Strebens, welches Verwandtschaft hat mit unserm Willen und allen unsern Trieben. Auf diesem Gebiete haben die mathematischen Grundsätze keinen Raum. Wenn man nun aber behaupten wollte, dass die organische Formenlehre überhaupt keine reine Wissenschaft sein könne, weil ihr Ziel kein rationelles sei, so hiesse das wieder dem Begriff der Wissenschaft Gewalt anthun. Unsre Mittel zur Erkenntniss sind allerdings nur die des Verstandes, aber der Gegenstand dieser Erkenntniss können auch andere Gemüthskräfte werden, die praktische Vernunft, das Gefühl, der Wille, der Trieb. Wie sich daher auf dem Gebiete der Philosophie die Ethik zur Logik verhält, so verhält sich auf dem Gebiete der Naturwissenschaften die organische Morphologie zu den mechanischen Disciplinen. Durch das Mittel der Vergleichung der Formen als vergleichende Anatomie und durch die Ver-

folgung der Formen durch alle Stadien der Entwicklung als Entwicklungsgeschichte kann sie die Gesetze allmälig entdecken, nach welchen die zweckthätig wirkende Natur lebendige Formen bildet.

Nachdem wir so das Verhältniss der Morphologie zu den mechanischen Naturwissenschaften festgestellt haben, ist es leicht zu begreifen, wie die verschiedenen Forscher nach ihren Anlagen und Neigungen sich in die Bearbeitung beider Seiten getheilt haben. Goethe war ein Naturforscher, nicht bloss aus poetischer Liebe zur Natur, wie es wohl dargestellt worden ist, sondern weil er vorzüglich mit Formensinn begabt war. Auf dem Gebiete organischer Formen leistete er Grosses nicht mit poetischer Einbildungskraft oder in leidenschaftlicher Erregung, sondern mit grossem, unermüdlichem Fleiss und ruhigem, nüchternem Urtheil, welches sich über die Neigung und Leidenschaft hoch erhob. Nichts kann verkehrter sein, als ihn für einen Dilettanten zu halten, der für ernstliche wissenschaftliche Studien nie den rechten Fleiss gehabt hätte. Es gab aber gewisse Fächer, in denen er sich vergeblich bemühte, weil er keine Uebung in der Mathematik hatte, und die Bedeutung dieser Wissenschaft nicht fassen konnte. Deswegen ist er wohl in die Morphologie, nicht aber in die mechanischen Naturwissenschaften tief hineingedrungen, und hier hat sein ruhiges Urtheil nicht die leidenschaftliche Erregung überwunden. Dies letztere hat ihm so viele falsche Beurtheilungen von Seiten der Fachmänner zugezogen. Aber es ist begreiflich, dass er als eine höchst leidenschaftliche aber zugleich auch höchst urtheilskräftige Natur nur in den Gebieten zu einem ruhigen und klaren Urtheil gelangte, welche er seiner Anlage nach vollkommen verstehen konnte.

Auf der andern Seite sehen wir die mathematischen Köpfe vorzugsweise die mechanischen Naturwissenschaften ausbauen, und dieselben auf die Biologie übertragen. Aber es ist Zeit, die Grenze beider Gebiete scharf hervorzuheben, keinem zu nehmen, was dem andern gebührt, und so das richtige Verhältniss zwischen beiden durchgehends zu würdigen.

Ueber die giftige Wirkung und den Nachweis einiger Cadmiumverbindungen.

Vorläufige Mittheilung.

Von

Dr. Wilh. Marmé.

Der experimentelle Nachweis der giftigen Wirkung des von Guibert und Garrod als bestes Jodpräparat zu therapeutischen Zwecken empfohlenen Jodcadmiums gab Veranlassung zu einigen ferneren im hiesigen physiologischen Institute angestellten Untersuchungen, die zu nachstehenden Resultaten führten.

1. Das von van Hasselt als giftig erwähnte Schwefelcadmium ist, wie a priori zu erwarten war, nicht giftig. Drachmenweise wochenlang verfüttert, belästigt es Thiere durchaus nicht. Seine Unlöslichkeit in Wasser, in verdünnten Säuren, in Alkalien und in Oelen macht seine Verwendung als Malerfarbe ganz ungefährlich.

2. Die in Wasser und verdünnten Säuren bei Körperwärme löslichen oder in lösliche Salze sich umsetzenden Verbindungen des Cadmiums wirken alle in analoger Weise giftig. Experimentell geprüft wurden: Cadmiumoxyd, Cadmiumoxydhydrat, Chlorcadmium, Kaliumcadmiumchlorid, Ammoniumcadmiumchlorid, Natriumcadmiumchlorid, Baryumcadmiumchlorid, die sämmtlichen entsprechenden Brom- und Jodverbindungen, schwefelsaures, salpetersaures, kohlensaures, essigsaures, weinsaures, milchsaures Cadmiumoxyd.

3. Die örtliche Wirkung ist je nach der Dosis eine mehr oder minder stark irritirende. Bei Application in den Magen folgt auf kleine Dosen, abgesehen von subjectiven Symptomen, Erbrechen, auf toxische Dosen, ausser stürmischen Entleerungen *ἄνω καὶ κάτω*, Gastroenteritis von der einfachen katarrhalischen bis zur ulcerativen Form. Perforation

wurde nicht ein einziges Mal, auch nicht bei Anwendung concentrirter Lösungen von Chlorcadmium angetroffen. Bei hypodermatischer Application kommt es je nach Quantität und Concentrationsgrad der Injectionsflüssigkeit nur zu einer beschränkten Hyperämie oder zu Exsudationsprocessen, selbst mit reichlicher Eiterung.

4. Die entfernte Wirkung entspricht den Erscheinungen, welche nach Soret's Mittheilungen Menschen bei Vergiftung mit kohlensaurem Cadmiumoxyd darbieten: Schwindel, Erbrechen, Durchfall, Verlangsamung der Circulation und Respiration, Kräfteverfall, Bewusstlosigkeit und Krämpfe. Unter letzteren Erscheinungen, die übrigens auch fehlen können, erfolgt bei Thieren der Tod. Die Herzaction überdauert in der Regel bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien die Respiration, wenn auch nur kurze Zeit, die peristaltischen Bewegungen bestehen p. m. am längsten fort.

5. Die entfernte Wirkung erfolgt von allen Applicationsstellen aus, selbst nach wiederholter Einreibung der Garrod'schen Jodsalbe.

6. Toxische aber nicht sofort tödtlich wirkende Dosen in das Unterhautzellgewebe oder in das Gefässsystem injicirt, setzen auch von hier aus entzündliche Reizung der Magen- und Darmschleimhaut, bisweilen selbst mit Hämorrhagien, Erosion und Ulceration.

7. Bei Injection in das Gefässsystem genügen schon kleine Dosen zur tödtlichen Wirkung: Hunde sterben nach 0,030 Grm., Katzen nach 0,016 Grm. und Kaninchen nach 0,010—0,020 Grm. eines Cadmiumsalzes.

Bei subcutaner Application wirkt die zwei- bis dreifache Menge mit gleicher Intensität; Tauben erliegen schon nach 0,015 Grm. Chlorcadmium oder Bromcadmium etc.

Bei Einführung in den Magen haben für Kaninchen von 1500—1800 Grm. Körpergewicht 0,300—0,600 Grm. letale Wirkung. — Weil Hunde, Katzen und Tauben rasch durch Erbrechen einen Theil des Giftes entleeren, bleibt die Dosis letalis hier ungewiss.

8. Nachfolgende Injection grosser Quantitäten verdünnter Sodalösung, Sodawassers hebt, wenn frühzeitig angestellt, die giftige Wirkung vollständig auf. Für acute Vergiftungen sind kohlensaure Alkalien neben Eiweisslösungen das beste Gegengift.

9. Fortgesetzte Einverleibung kleiner Dosen löslicher Cadmiumsalze oder Cadmiumoxydhydrats oder kohlensauren Cadmiumoxyds führen zu chronischen Vergiftungen, welche bei Thieren unter den Erscheinungen gestörter Verdauung und

fortschreitender Abmagerung zum Tode führen u. p. m. mehr oder minder ausgebildete Gastroenteritis, nicht constant subpleurale Hämorrhagien und Lungeninfarcte, bisweilen Verfettung der Leber, der Herzmuskulatur und diffuse Nierenentzündung als Sectionsbefund aufweisen.

10. Die örtliche Wirkung erklärt sich leicht aus dem Verhalten der Cadmiumsalze zu den Albuminaten.

11. Die entfernte Wirkung oder die zu ihrer Entwickelung nothwendige Resorption der Cadmiumsalze kann um so leichter zu Stande kommen, da die durch Cadmiumpräparate bedingten Eiweissniederschläge im Ueberschuss des Fällungsmittels und besonders der Doppelsalze, wie Chlorcadmiumchlornatrium, und selbst in Chloralkalien theilweise löslich sind. Solche in Chloralkalien gelöste Cadmiumalbuminate bewirken, in eine Vene, das subcutane Bindegewebe, das Cavum peritonei oder in den Magen injicirt, genau die vorher namhaft gemachten Erscheinungen.

12. Worauf die entfernte Wirkung des Cadmiums beruht, ist zur Zeit noch nicht festzustellen. Eine constante Veränderung des Blutes und seiner Bestandtheile lässt sich nicht nachweisen. Veränderungen der Nervencentra können nicht dargethan werden. Ob die bekannten Verbindungen, die Chlorcadmium mit einer Anzahl von Körperbestandtheilen eingehen kann, eine Rolle dabei spielen, bleibt ferneren Untersuchungen zu entscheiden.

Was im Besonderen das Jodcadmium und Kaliumcadmiumjodid betrifft, so scheinen beide, wenn sie überhaupt als solche resorbirt werden sollten, viel geringere Affinität zu den verschiedenen Körperbestandtheilen zu besitzen. Abgesehen von der Coagulation der Albuminate, die sie mit sämmtlichen Cadmiumpräparaten theilen, gehen sie nicht die Verbindungen des Chlorcadmiums mit einzelnen Körperbestandtheilen ein. Beide Präparate verhalten sich indifferent gegen Allantoin, Alloxan, Cystin, Guanin, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin, Leucin, Taurin, Xanthin. Ebenso wenig zeigten sie eine Einwirkung auf das dem letzteren Körper homologe Coffeïn. Dagegen ist das Kaliumcadmiumjodid ein brauchbares Reagens für die meisten übrigen Pflanzenalkaloide. Aus einer mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung werden selbst bei starker Verdünnung ausgefällt: Nicotin, Coniin, Piperin, Morphin, Codeïn, Thebaïn, Narcotin, Narceïn, Chinin, Chinidin, Cinchonin, Strychnin, Brucin, Veratrin, Berberin, Bebeerin, Atropin, Hyoscyamin, Aconitin, Delphinin, Emetin, Curarin, Cytisin.

Auf die Glucoside Amygdalin, Salicin, Phloridzin, Aesculin, Saponin, Cyclamin, Ononin, Digitalin, Glycyrrhizin, Colocynthin, Helleboreïn, Helleborin wirkt das Reagens nicht, ebenso wenig auf Asparagin und endlich auch nicht auf fixes und flüchtiges Alkali in angesäuerter Lösung.

Die Niederschläge der Alkaloide sind zunächst alle flockig und weiss, werden aber zum Theil sehr bald krystallinisch. Morphin wird aus stärkeren Lösungen gallertig, aus verdünnteren in relativ grossen federigen Krystallen gefällt; Chinin und Strychnin werden bei 10000facher Verdünnung flockig und vollständig gefällt.

Die Niederschläge sind unlöslich in Aether, leicht löslich in Alkohol, weniger in Wasser, leicht im Ueberschuss des Fällungsmittels. Sie zersetzen sich zum Theil beim längeren Stehen ebenso wie die entsprechenden Jodquecksilber und Jodwismuthalkaloidverbindungen von Planta's und Dragendorf's.

Aus den Niederschlägen lassen sich die Alkaloide wiedergewinnen durch Uebersättigen der Lösung mit einem entsprechenden Alkali und nachfolgendem Schütteln mit einem geeigneten Lösungsmittel; Benzin z. B. nach Rodgers für Strychnin und nach Dragendorf auch für viele andere Alkaloide. Ausführlichere Angaben über diese Verbindungen behalten wir uns für eine spätere Mittheilung vor.

Das Reagens, dargestellt durch Eintragen von Jodcadmium in eine concentrirte kochende Lösung von Jodkalium bis zur Sättigung und Zusatz eines gleichen Volumens kalt gesättigter Jodkaliumlösung, hält sich lange Zeit unzersetzt, verdünnte Lösungen sind nicht haltbar.

13. Das resorbirte Cadmium lässt sich in den verschiedensten Geweben nachweisen: im Blute, in der Leber, den Nieren, dem Herzen und Hirn.

14. Die Elimination des Cadmiums beginnt schon bald nach der Einverleibung und erfolgt mit Unterbrechungen hauptsächlich, wenn nicht ausschliesslich, durch die Nieren.

15. Der Nachweis des Cadmiums in Secreten, Organen, Mageninhalt und Erbrochenem gelingt nach verschiedenen Methoden meistens leicht.

Im Harn bei nicht allzu spärlichem Gehalt sehr leicht nach der Methode von Reinsch. Der blaugraue Beschlag in conc. Salpetersäure gelöst, mit HS ausgefällt, durch Cyankalium von mitgefälltem Kupfer befreit, giebt sich durch seine Farbe, sein Verhalten gegen verdünnte Säuren und Alkalien sicher zu erkennen.

Minimale Mengen Cadmium lassen sich in dem mit Salzsäure und chlorsaurem Kali entfärbten Harn durch Elektrolyse constatiren.

In gleicher Weise gelingt der Nachweis im Blute und den unter 13 genannten Geweben. Wir benutzten zur Elektrolyse eine Säule aus vier Grove'schen Elementen, deren negative Elektrode mit einer Platinschale verbunden war und deren positives Polende, ein Platinblech, in die Schale eintauchte. Letztere fasste das durch Behandeln des Untersuchungsobjectes mit Salzsäure und chlorsaurem Kali erhaltene schwach gelblich gefärbte saure Filtrat. Bei etwas reichlicherem Gehalt an Cadmium scheidet sich dasselbe im Laufe von 10—18 Stunden grösstentheils, wie früher schon Wöhler nachgewiesen (Jahresbericht d. Chemie v. Liebig und Kopp für 1853 pag. 334) hat, pulverig, theils aber auch krystallinisch aus.

Statt dieser Methoden kann man auch den Harn unter Zusatz von Salzsäure und chlorsaurem Kali zur Trockne bringen, den von freier Salzsäure befreiten Rückstand mit kleinen Glasperlen verreiben und mit heissem Alkohol erschöpfen. Aus dem Filtrat gewinnt man nach vorsichtigem Verjagen des Alkohols das Chlorcadmium.

Aus Magen- und Darminhalt, aus Erbrochenem lässt sich das Gift sehr gut mit Hülfe von Graham's Dialysator trennen. Drei-, höchstens viermalige Erneuerung des äusseren Wassers entzog dem schwach mit Salzsäure angesäuerten und nöthigenfalls mit Wasser angerührten Untersuchungsobject das Metall vollständig, welches dann in der stark concentrirten, kaum gelblich gefärbten Flüssigkeit entweder durch kohlensaures Ammoniak oder durch Schwefelwasserstoff gefällt wurde.

Zur quantitativen Bestimmung haben wir das (an der Gefässwand und noch inniger am Filter haftende) Schwefelcadmium noch feucht in concentrirter Salzsäure gelöst, durch kohlensaures Alkali ausgefällt und nach dem Trocknen und Glühen als Cadmiumoxyd gewogen. Es dürfte sich übrigens auch die Reduction durch Elektrolyse zur quantitativen Bestimmung eignen, worüber uns noch weitere Untersuchungen volle Gewissheit geben sollen.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Mechanik des Ohres.

Aus dem Nachlass von **B. Riemann**[1]).

1. Ueber die in der Physiologie der feinern Sinnesorgane anzuwendende Methode.

Für die Physiologie eines Sinnesorganes sind ausser den allgemeinen Naturgesetzen zwei besondere Grundlagen nöthig, eine psychophysische, die erfahrungsgemässe Feststellung der Leistungen des Organes, und eine anatomische, die Erforschung seines Baues.

Es sind demnach zwei Wege möglich, um zur Kenntniss seiner Functionen zu gelangen. Man kann entweder vom Baue des Organes ausgehen und hieraus die Gesetze der Wechsel-

---

[1]) Der grosse Mathematiker, den ein früher Tod unserer Hochschule und der Wissenschaft entriss, beschäftigte sich, angeregt durch die von Helmholtz begründete neue Lehre von den Tonempfindungen, in seinen letzten Lebensmonaten mit der Theorie des Gehörorgans. Was sich darüber aufgezeichnet in seinen Papieren vorfand und hier mitgetheilt wird, berührt allerdings nur einen kleinen und minder wesentlichen Theil der Aufgabe; doch rechtfertigt sich ohne Zweifel die Veröffentlichung dieses Fragments durch die Bedeutung des Verfassers und durch den Werth seiner Aussprüche, wie seines Beispiels für die methodische Behandlung des Gegenstandes. Den ersten Abschnitt und den grössten Theil des zweiten hat der Verf. in Reinschrift hinterlassen; der Schluss des 2., vom ersten Absatze auf pag. 141 an, wurde aus zerstreuten Blättern und Sätzen, in welchen R. seine ersten Entwürfe niederzulegen pflegte, zusammengestellt. Die Bemerkung, in welcher er sich gegen die Helmholtz'sche Theorie von den Bewegungen des Ohres erklärt, würde erst durch seine eigene Ausführung verständlich geworden sein; Riemann's gesprächsweise Aeusserungen lassen vermuthen, dass die Verschiedenheit der beiderseitigen Ansichten erst bei dem Problem der Uebertragung der Schallschwingungen auf die Organe der Schnecke hervorgetreten sein würde, und dass R. das dabei zu lösende mathematische Problem als ein hydraulisches aufgefasst habe. Schering. Henle.

wirkung seiner Theile und den Erfolg äusserer Einwirkungen zu bestimmen suchen,

oder man kann von den Leistungen des Organes ausgehen und diese zu erklären versuchen.

Bei dem ersten Wege schliesst man von gegebenen Ursachen auf die Wirkungen, bei dem zweiten sucht man zu gegebenen Wirkungen die Ursachen.

Man kann mit Newton und Herbart den ersten Weg den synthetischen, den zweiten den analytischen nennen.

Synthetischer Weg.

Der erste Weg liegt dem Anatomen am nächsten. Mit der Untersuchung der einzelnen Bestandtheile des Organs beschäftigt, fühlt er sich veranlasst, bei jedem einzelnen Theile zu fragen, welchen Einfluss er auf die Thätigkeit des Organs haben möge. Dieser Weg würde auch in der Physiologie der Sinnesorgane mit demselben Erfolg eingeschlagen werden können, wie in der Physiologie der Bewegungsorgane, wenn die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Theile sich bestimmen liessen. Die Bestimmung dieser Eigenschaften aus den Beobachtungen bleibt aber bei mikroskopischen Objecten immer mehr oder weniger ungewiss und jedenfalls im höchsten Grade ungenau.

Man ist daher zu einer Ergänzung nach Gründen der Analogie oder Teleologie genöthigt, wobei die grösste Willkür unvermeidlich ist, und aus diesem Grunde führt das synthetische Verfahren in der Physiologie der Sinnesorgane selten zu richtigen und jedenfalls nicht zu sichern Ergebnissen.

Analytischer Weg.

Bei dem zweiten Wege sucht man zu den Leistungen des Organes die Erklärung.

Das Geschäft zerfällt in drei Theile.

1. Das Aufsuchen einer Hypothese, welche zur Erklärung der Leistungen genügt.

2. Die Untersuchung, in wie weit sie zur Erklärung nothwendig ist.

3. Die Vergleichung mit der Erfahrung, um sie zu bestätigen oder zu berichtigen.

I. Man muss das Instrument gleichsam nacherfinden und in so fern die Leistungen des Organs als Zweck, seine Schöpfung als Mittel zu diesem Zwecke betrachten. Aber der Zweck ist kein vermutheter, sondern ein durch die Erfahrung gegebener,

und wenn man von der Herstellung des Organs absieht, kann der Begriff der Endursachen ganz ausser dem Spiele bleiben.

Zu den thatsächlichen Leistungen des Organs sucht man in dem Baue des Organs die Erklärung. Bei dem Aufsuchen dieser Erklärung hat man zuvörderst die Aufgabe des Organs zu analysiren; hieraus werden sich eine Reihe von secundären Aufgaben ergeben und erst nachdem man sich überzeugt hat, dass sie gelöst sein müssen, sucht man die Art und Weise, wie sie gelöst sind, aus dem Baue des Organs zu schliessen.

II. Nachdem aber eine Vorstellung gewonnen worden ist, welche zur Erklärung der Leistungen des Organs ausreicht, darf man nicht unterlassen zu untersuchen, in wie weit sie zur Erklärung nothwendig ist. Man muss sorgfältig unterscheiden, welche Voraussetzungen unbedingt oder vielmehr in Folge unbezweifelter Naturgesetze nothwendig sind, und welche Vorstellungsarten vielleicht durch andere ersetzt werden können, das ganz willkürlich Hinzugedachte aber ausscheiden. Nur auf diese Weise können die nachtheiligen Folgen der Benutzung von Analogien bei dem Aufsuchen der Erklärung beseitigt werden, und auf diese Weise wird auch die Prüfung der Erklärung an der Erfahrung (durch Aufstellung von zu beantwortenden Fragen) wesentlich erleichtert.

III. Zur Prüfung der Erklärung an der Erfahrung können theils die Folgerungen dienen, die sich aus ihr für die Leistungen des Organs ergeben, theils die bei dieser Erklärung vorauszusetzenden physikalischen Eigenschaften der Bestandtheile des Organs. Was die Leistungen des Organs betrifft, so ist eine genaue Vergleichung mit der Erfahrung äusserst schwierig, und man muss die Prüfung der Theorie meist auf die Frage beschränken, ob kein Ergebniss eines Versuchs oder einer Beobachtung ihr widerspricht. Was dagegen die Folgerungen über die physikalischen Eigenschaften der Bestandtheile betrifft, so können diese von allgemeinerer Tragweite sein und zu Fortschritten in der Erkenntniss der Naturgesetze Anlass geben, wie dies z. B. bei dem Aufsuchen der Erklärung der Achromasie des Auges durch Euler der Fall war.

Für die beiden eben einander gegenübergestellten Forschungsweisen gelten übrigens die Bezeichnungen synthetisch und analytisch nur a potiori. Genau genommen ist weder eine rein synthetische, noch eine rein analytische Forschung möglich. Denn jede Synthese stützt sich auf das Ergebniss einer vorausgehenden Analyse und jede Analyse bedarf zu ihrer Be-

stätigung oder Berichtigung durch die Erfahrung der nachfolgenden Synthese. Bei dem ersten Verfahren bilden die allgemeinen Bewegungsgesetze das vorausgesetzte Ergebniss einer früheren Analyse.

Das erste vorzugsweise synthetische Verfahren ist für die Theorie der feinern Sinnesorgane deshalb zu verwerfen, weil die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Verfahrens zu unvollständig erfüllt sind, die Ergänzung der Voraussetzungen durch Analogie und Teleologie hier aber völlig willkürlich bleibt.

Bei dem zweiten vorzugsweise analytischen Verfahren kann die Hülfe der Teleologie und Analogie zwar auch nicht ganz entbehrt, wohl aber bei ihrer Benutzung die Willkürlichkeit vermieden werden, indem man

1. die Anwendung der Teleologie auf die Frage beschränkt, durch welche Mittel die thatsächlichen Leistungen des Organs ausgeführt werden, nicht aber bei den einzelnen Bestandtheilen des Organs die Frage nach dem Nutzen aufwirft;
2. die Anwendung von Analogien (das „Dichten von Hypothesen") sich zwar nicht, wie Newton will, gänzlich versagt, aber hinterher die Bedingungen, die zur Erklärung der Leistungen des Organs erfüllt sein müssen, heraushebt, und die zur Erklärung nicht nöthigen Vorstellungen, welche durch Benutzung der Analogie herbeigeführt worden sind, davon absondert.

Nach diesen Principien müssen nun für unsern Zweck zuvörderst die Leistungen des Gehörorgans festgestellt werden. Mit welcher Schärfe, Feinheit und Treue das Ohr die Wahrnehmung des Schalles, seines Klanges und Tones, seiner Stärke und Richtung vermittelt, dieses muss durch Beobachtung und Versuch so genau, wie irgend möglich, bestimmt werden.

Ich setze diese Thatsachen als bekannt voraus. In dem Buche „die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik" von Helmholtz, findet man die Fortschritte zusammengestellt, welche in der so äusserst schwierigen Ermittelung der Thatsachen, die die Wahrnehmung der Töne betreffen, in neuester Zeit gemacht worden sind und zwar vorzüglich von Helmholtz selbst.

Da ich den Folgerungen, welche Helmholtz aus den Versuchen und Beobachtungen zieht, entgegen zu treten vielfach

genöthigt bin, so glaube ich um so mehr gleich hier aussprechen zu müssen, wie sehr ich die grossen Verdienste seiner Arbeiten über unsern Gegenstand anerkenne. Sie sind aber meiner Ansicht nach nicht in seinen Theorien von den Bewegungen des Ohrs zu suchen, sondern in der Verbesserung der erfahrungsmässigen Grundlage für die Theorie dieser Bewegungen.

Ebenso muss ich auch den Bau des Ohrs hier als bekannt voraussetzen, und bitte den geneigten Leser, nöthigenfalls ein mit Abbildungen versehenes Handbuch der Anatomie zur Hülfe zu nehmen. Die Ergebnisse der neuesten Forschungen über den Bau der Schnecke und des Ohres überhaupt findet man dargestellt in der vor Kurzem erschienenen dritten Lieferung des zweiten Bandes von Henle's Handbuch der Anatomie des Menschen.

Ich betrachte es hier allein als meine Aufgabe, jene psychophysischen Thatsachen aus diesen anatomischen Thatsachen zu erklären.

Die Theile des Ohrs, die für unsern Zweck in Betracht kommen, sind die Paukenhöhle und das Labyrinth, welches aus dem Vorhofe, den Bogengängen und der Schnecke besteht. Wir verfahren nun so, dass wir zunächst aus dem Baue dieser Theile zu schliessen suchen, was jeder derselben zu den Leistungen des Ohres beitragen möge, dann aber bei jedem einzelnen Theile wieder von der durch ihn zu lösenden Aufgabe ausgehen und zunächst die Bedingungen aufsuchen, deren Erfüllung zu einer genügenden Lösung der Aufgabe erforderlich ist.

2. Paukenhöhle.

Man hat längst erkannt, dass der Apparat in der Paukenhöhle die Wirkung hat, den Druck der Luft auf das Labyrinthwasser verstärkt zu übertragen.

Nach den oben entwickelten Principien müssen wir nun aus den in der Erfahrung gegebenen Leistungen des Organs die Bedingungen ableiten, welche bei dieser Uebertragung erfüllt werden müssen. Es ergeben sich diese vorzüglich aus der Feinheit des Ohrs in der Wahrnehmung des Klanges und aus der grossen Schärfe, welche das Ohr, zumal das unverkümmerte Ohr des Wilden und des Wüstenbewohners, besitzt. Versteht man unter Klang die Beschaffenheit des Schalles, welche von Stärke und Richtung desselben unabhängig ist, so wird diese offenbar durch den Apparat völlig treu mitgetheilt, wenn er die Druckänderung der Luft in jedem Augenblick

in constantem Verhältniss vergrössert auf das Labyrinthwasser überträgt.

Es ist unverfänglich, dies als Zweck des Apparats anzusehen, wenn man nur dabei nicht unterlässt, zugleich aus den Leistungen des Ohrs zu bestimmen, wie weit man durch die Erfahrung berechtigt d. h. genöthigt ist, die wirkliche Erfüllung dieses Zwecks vorauszusetzen.

Wir wollen dies sogleich thun, vorher jedoch für die Beschaffenheit der Druckänderung, von welcher der Klang abhängt, einen mathematischen Ausdruck suchen. Die Curve, welche die Geschwindigkeit der Druckänderung als Function der Zeit darstellt, bestimmt die Schallwelle vollständig bis auf ihre Richtung, also auch Stärke und Klang des Schalls. Nimmt man nun statt dieser Geschwindigkeit den Logarithmus von dieser Geschwindigkeit, oder wenn man lieber will, von deren Quadrat, so erhält man eine Curve, deren Form von Richtung und Stärke des Schalls unabhängig ist, die aber den Klang vollständig bestimmt und daher „Klangcurve" heissen möge.

Löste der Apparat seine Aufgabe vollkommen, so würden die Klangcurven des Labyrinthwassers mit den Klangcurven der Luft völlig übereinstimmen. Durch die Feinheit des Ohrs in der Wahrnehmung des Klanges halten wir uns nun zu der Annahme berechtigt, dass die Klangcurve durch die Uebertragung nur sehr wenig geändert werde und also das Verhältniss zwischen den gleichzeitigen Druckänderungen der Luft und des Labyrinthwassers während eines Schalles sehr nahe constant bleibe.

Eine langsame Veränderlichkeit dieses Verhältnisses ist damit sehr wohl vereinbar und wahrscheinlich. Sie würde nur eine Veränderlichkeit des Ohrs in der Schätzung der Schallstärke zur Folge haben, deren Annahme die Erfahrung durchaus nicht verbietet. Würde die Klangcurve merklich geändert, so scheint eine solche Feinheit des Gehörs, wie sie sich z. B. in der Wahrnehmung geringer Verschiedenheiten der Aussprache zeigt, mir kaum denkbar. Die unmittelbare Beurtheilung der Feinheit der Klangwahrnehmungen und besonders die Schätzung der den Klangverschiedenheiten entsprechenden Verschiedenheiten der Klangcurve bleibt freilich immer sehr subjectiv.

Die Verschiedenheit des Klanges dient uns aber auch, die Entfernung der Schallquelle zu schätzen. Von dieser Klangverschiedenheit können wir die mechanische Ursache, die Veränderung der Klangcurve bei der Fortpflanzung des Schalles in der Luft durch Rechnung bestimmen.

Wir können indess dies hier nicht weiter verfolgen und wollen von dem Uebertragungsapparat nur fordern, dass er keine groben Entstellungen des Klanges bewirke, obgleich wir glauben, dass seine Treue viel grösser ist, als man gewöhnlich annimmt.

I. Der Apparat in der Paukenhöhle (im unverkümmerten Zustande) ist ein mechanischer Apparat von einer Empfindlichkeit, die Alles, was wir von Empfindlichkeit mechanischer Apparate kennen, himmelweit hinter sich lässt.

In der That ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, dass durch denselben Schallbewegungen treu mitgetheilt werden, die so klein sind, dass sie mit dem Mikroskop nicht wahrgenommen werden könnten.

Die mechanische Kraft der schwächsten Schälle, welche das Ohr noch wahrnimmt, lässt sich freilich kaum direct schätzen; aber man kann mit Hülfe des Gesetzes, nach welchem die Stärke des Schalles bei seiner Verbreitung in der Luft abnimmt, zeigen, dass das Ohr Schälle wahrnimmt, deren mechanische Kraft Millionen Mal kleiner ist, als die der Schälle von gewöhnlicher Stärke.

In Ermangelung anderer von Fehlerquellen freier Beobachtungen berufe ich mich auf die Angabe von Nicholson, nach welcher das Rufen der Schildwachen von Portsmouth 4 bis 5 englische Meilen weit zu Ride auf der Insel Wight bei Nacht deutlich gehört wird. Wenn man erwägt, welche Vorrichtungen Colladon nöthig hatte, um die Verbreitung des Schalles im Wasser wahrzunehmen, so wird man zugeben, dass von einer erheblichen Verstärkung des Schalles durch Fortpflanzung im Wasser nicht die Rede sein kann und dass hier in der That die mechanische Kraft des Schalles umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung und wahrscheinlich noch schneller abnimmt. Da die Entfernung von 4 bis 5 Meilen etwa 2000 Mal so gross ist als die Entfernung von 8—10 Fuss, so ist die mechanische Kraft der das Trommelfell treffenden Schallwellen hier vier Millionen Mal kleiner, als in der Entfernung von 8—10 Fuss von der Schildwache und die Bewegungen sind 2000 Mal kleiner. Man muss zugeben, dass bei den Schall-Empfindungen durchaus nichts von Verhältnissen, wie 1 zu 1000 Millionen oder 1 zu Tausend bemerkt wird. Nach den neueren Untersuchungen über das Verhältniss der psychischen Schätzung der Schallstärken zum physischen oder mechanischen Maass der Schallstärke bildet dies jedoch durchaus keinen Einwand gegen die eben erhaltenen Resultate. Wahrscheinlich ist dies Abhängig-

keitsverhältniss gerade so, wie das unserer Schätzung der Lichtstärke oder Grösse der Fixsterne zu der mechanischen Kraft des uns von ihnen zugesandten Lichtes. Hier hat man bekanntlich aus den Stern-Aichungen geschlossen, dass die mechanische Kraft des Lichtes im geometrischen Verhältnisse abnimmt, wenn die Grösse des Fixsternes in arithmetischer Reihe steigt.

Theilte man dem analog die Schälle, von denen von gewöhnlicher Stärke bis zu den eben noch wahrnehmbaren, in Schälle von der ersten bis zur achten Grösse, so würde die mechanische Kraft für die Schälle zweiter Grösse etwa $^1/_{10}$, für die dritter $^1/_{100}$, ..., für die achter $^1/_{10,000000}$, den zehn Millionten Theil so gross sein, als für die Schälle erster Grösse, und die Weite der Bewegungen würde für die Schälle erster, dritter, fünfter, siebenter Grösse sich wie $1 : {}^1/_{10} : {}^1/_{100} : {}^1/_{1000}$ verhalten.

Ich habe oben bei der Betrachtung der das Ohr treffenden Schallwellen vor dem Trommelfell Halt gemacht, weil Einige eine Dämpfung der stärkeren Schälle (durch Spannung des Trommelfells?) annehmen. Ich muss jedoch gestehen, dass mir diese Meinung als eine völlig willkürliche Vermuthung erscheint. Es mögen allerdings, wenn ein starker Knall die Membranen des Labyrinths zu verletzen droht, Schutzvorrichtungen wirksam werden; aber ich finde in der Beschaffenheit der Gehörseindrücke durchaus nichts Analoges mit dem Beleuchtungsgrad des Gesichtsfeldes beim Auge, und wüsste durchaus nicht, was eine fortwährend veränderliche Reflexthätigkeit des M. tensor tympani für das genaue Auffassen eines Musikstücks nützen sollte. Meiner Ansicht nach hat man durchaus keinen Grund, bei dem Schalle in 10 Fuss Entfernung von der Schildwache ein anderes Verhältniss zwischen den Bewegungen der Luft vor dem Trommelfell und den Bewegungen der Steigbügelplatte anzunehmen, als in der Entfernung von 20,000 Fuss; aber selbst wenn man eine ziemlich starke Veränderlichkeit der Spannung des Trommelfells annimmt, werden unsere Schlüsse dadurch nicht beeinträchtigt. Wenn nun die Bewegungen der Steigbügelplatte in der Entfernung von 10 Fuss von der Schildwache wahrscheinlich zu den eben mit blossen Augen noch wahrnehmbaren gehören, so werden die Bewegungen in der Entfernung von 20,000 Fuss bei einer 2000fachen Vergrösserung eben wahrnehmbar sein.

II. Soll der Paukenapparat so kleine Bewegungen treu mittheilen, wie er es der Erfahrung nach thut, so müssen die festen Körper, aus denen er besteht, an den Stellen, wo sie

auf einander wirken sollen, völlig genau auf einander schliessen; denn offenbar kann ein Körper einem anderen eine Bewegung nicht mittheilen, sobald er um mehr als die Weite der Bewegung von ihm absteht.

Es wird ferner nur ein kleiner Theil der mechanischen Kraft der Schallbewegung durch anderweitige Arbeit, wie Spannung von Gelenkkapseln und Membranen, für das Labyrinth verloren gehen dürfen.

Ein solcher Verlust wird vermieden durch die äusserst geringe Breite des freien Randes der Membran des Vorhofsfensters. Wäre dieser Rand breiter, so würden die Schwingungen der Steigbügelplatte beinahe ganz durch Schwingungen dieses Randes ausgeglichen werden und auf die Membranen der Schnecke und des Schneckenfensters nur eine geringe Wirkung stattfinden.

Die Wirkung dieses Membranenrandes auf die Steigbügelplatte wird wegen der geringen Breite des Randes für die verschiedenen Lagen der Steigbügelplatte während der Schallbewegung sehr verschieden sein. Man muss daher, wenn sie den Klang nicht entstellen soll, annehmen, dass die Elasticität der Membran sehr gering ist, und die Steigbügelplatte nicht durch sie, sondern durch andere Kräfte in die richtige Gleichgewichtslage gebracht wird.

III. Da die Theile des Paukenapparates, um die erfahrungsgemässe Schärfe des Ohrs möglich zu machen, fortwährend mit mehr als mikroskopischer Genauigkeit in einander greifen müssen, so scheinen Correctionsvorrichtungen wegen der Ausdehnung und Zusammenziehung der Körper durch die Wärme durchaus unentbehrlich. Die Temperaturänderungen mögen innerhalb der Paukenhöhle nur sehr klein sein; dass sie aber stattfinden, ist nicht zu bezweifeln. Für die Temperaturvertheilung im menschlichen Körper gilt, wenn die äussere Temperatur hinreichend lange constant gewesen ist, nahe das Gesetz, dass der Abstand der Temperatur an einer beliebigen Stelle des Körpers von der Hirntemperatur proportional ist dem Abstande der äusseren Temperatur von der Hirntemperatur. Dieses Gesetz ergiebt sich aus dem Newton'schen und der Voraussetzung, dass der Wärmeleitungscoëfficient und die specifische Wärme, innerhalb der in Betracht kommenden Temperaturen constant sei, eine Voraussetzung, die wahrscheinlich nahe erfüllt ist. Man kann durch dieses Gesetz aus dem Abstande der Temperatur der Paukenhöhle von der Hirntemperatur auf die Temperaturänderungen schliessen. Wenn sich nun auch der Temperaturunterschied zwischen Paukenhöhle und Hirn

nicht bestimmen lässt, so kann man doch aus mehreren Gründen, aus den Communicationen mit der äusseren Luft durch den äusseren Gehörgang und die Tuba, auch wohl aus der Art und Weise der Blutversorgung der Paukenhöhle mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen, dass ein merklicher Temperaturunterschied stattfindet.

Dagegen hat der Pyramidenknochen, weil er den Can. caroticus enthält, wahrscheinlich sehr nahe die Temperatur des Hirns und wir müssen daher annehmen, dass die innere Auskleidung der Paukenhöhle ein sehr schlechter Wärmeleiter und Strahler ist.

Von den übrigen, die Paukenhöhle umgebenden Knochen lässt sich freilich wohl nicht behaupten, dass sie eine so hohe Temperatur besitzen, wie das Hirn oder die Pyramide. Doch enthalten sie bedeutende Wärmequellen in Blutleitern, grossen Arterien und Venen und sind, wie die Pyramide, durch Schleimhaut und Periost gegen die Ausstrahlung in die Paukenhöhle geschützt. Wir dürfen daher annehmen, dass ihre Temperatur merklich höher ist als die der Paukenhöhle.

Wenn nun die äussere Temperatur sinkt, so wird nach dem oben angeführten Gesetze der Abstand von der Hirntemperatur allenthalben im Körper in demselben Verhältniss (auf das Doppelte) steigen, die Paukenhöhle wird sich in Folge dessen merklich, die umgebenden Knochen nur sehr wenig abkühlen, und die Gehörknöchelchen werden sich merklich zusammenziehen, während die Wände der Paukenhöhle fast ungeändert bleiben.

Viel mehr als dieses, dass die Gehörknöchelchen sich beim Sinken der äusseren Temperatur viel stärker abkühlen und zusammenziehen, als die Wände der Paukenhöhle, dürfte sich über den Einfluss der Temperatur auf den Paukenapparat bei unserer gänzlichen Unbekanntschaft mit den thermischen Eigenschaften seiner Bestandtheile nicht feststellen lassen.

IV. Ich werde nun zunächst die Veränderungen zu bestimmen suchen, welche bei einem Sinken der äusseren Temperatur in der Lage der Gehörknöchelchen eintreten, damit alle zur Berührung bestimmten Theile des Apparats fortfahren, genau auf einander zu schliessen. Der Theil des Gehörknöchelsystems, der am unveränderlichsten mit der Wand der Paukenhöhle verbunden ist, ist das Ambos-Paukengelenk. Durch Abkühlung werden alle Entfernungen in festen Körpern kleiner, also auch die Entfernung des Ambos-Steigbügelgelenks von dieser Gelenkfläche. Vom Hammer ist wahrscheinlich das

obere Griffende derjenige Theil, welcher wenigstens parallel dem Paukenfellring, die geringsten Verschiebungen zulässt. Da nun bei der Abkühlung die Entfernung des Ambos-Paukengelenks von dem am unveränderlichsten befestigten Punkt des oberen Hammergriffs im Paukenfell nahe ungeändert bleibt, die Entfernungen dieser Punkte vom Ambos-Hammergelenk aber beide abnehmen, so muss sich am Ambos-Hammergelenk der Winkel zwischen den nach diesen Punkten gehenden Linien etwas weiter öffnen.

Bei diesen beiden Aenderungen in der Lage der Gehörknöchelchen wird der Hammer ein wenig in der Richtung vorn-median-hinten und gleichzeitig (um das Gelenkknöpfchen des Amboses in seiner Höhe zu erhalten) sehr wenig in der Richtung vorn-oben-hinten gedreht. Der lange Fortsatz des Hammers würde dabei in der Fissur nach oben und medianwärts bewegt werden, wenn er gegen Griff und Kopf des Hammers eine und dieselbe Lage behielte. Durch die Wirkung der Abkühlung wird er aber stärker gekrümmt und dem Hammergriff genähert, so dass er sich während der Temperaturänderung wahrscheinlich nur allmählich ein wenig aus der Fissur herausbewegt.

V. Wir haben eben die Bedingungen aufgestellt, denen die Lage der Gehörknöchelchen wahrscheinlich genügt, damit sie fortwährend genau auf einander schliessen und dabei weder im Rande der Vorhofsmembran, noch im Paukenfell eine merklich ungleichmässige Spannung erzeugen. Wir fragen nun nach den Mitteln, durch welche den Gehörknöchelchen jederzeit die richtige Lage gegeben und gesichert wird. (Es wird dies meist durch einander entgegengesetzte Kräfte geschehen, welche bei der richtigen Lage des Knöchelchens sich das Gleichgewicht halten und es, wenn es aus ihr entfernt würde, in sie zurücktreiben würden.)

Es ist klar, dass diese in den beiden die Lage der Gehörknöchelchen regulirenden Muskeln, in den Gelenkkapseln, Ligamenten, den Schleimhautfalten und den beiden Membranen, mit denen die Gehörknöchelchen verwachsen sind, gesucht werden müssten. Bei diesem Aufsuchen der Ursachen einer bestimmten Wirkung auf die Gehörknöchelchen ergeben sich jedoch, namentlich wenn man die Schleimhautfalten mit in Betracht zieht, oft mehrere Wege zur Erzielung der Wirkung als möglich. Um aus diesen verschiedenen Möglichkeiten die wahrscheinlichste herauszufinden, ist es vor allen Dingen nöthig, sich durch anatomische Untersuchungen an frischen Präparaten ein ungefähres Urtheil über die Elasticität und Spannung der

Bänder, Häute etc. zu verschaffen, was mir unmöglich ist. Man darf jedoch auch hoffen, durch sorgfältige Entwicklung der Consequenzen der verschiedenen Hypothesen bei den falschen auf Unwahrscheinlichkeiten zu stossen und diese so zu excludiren.

Es ist für unsere jetzige Untersuchung zweckmässig, zu unterscheiden zwischen dem lauschenden, zum genauen Hören adaptirten Ohr und dem nicht lauschenden Ohr, und für bestimmte Fragen zwischen dem Ohr des Neugebornen und des Erwachsenen. Wir machen die Unterscheidung zwischen dem lauschenden und nicht lauschenden Ohr, wenn die Steigbügelplatte durch den Zug des M. tensor tympani ein wenig gegen das Labyrinthwasser gedrückt wird, so dass der Druck im Labyrinthwasser ein wenig stärker ist als in der Luft der Paukenhöhle; es werden dabei die Theile der festen Körper, deren Berührung gesichert werden soll, ein wenig gegen einander gedrückt. Diejenigen nun, welche eine solche fortwährende Spannung des Apparats (das Paukenfell etwa ausgenommen) für unwahrscheinlich halten, mögen annehmen, dass bei den Temperaturänderungen die Gehörknöchelchen durch die Wirkung der Haft- und Gelenkbänder und die allmähliche Aenderung der Contraction der Muskeln ihre Lage ändern, ohne gegen einander gedrückt zu werden, weil wir gefunden haben, dass nur dann das genaue Ineinandergreifen aller Theile des Apparats gesichert ist.

Es bleibt dann unsere Untersuchung für das lauschende, zum genauen Hören absichtlich vorgerichtete Ohr giltig, während daneben doch immer die Möglichkeit bestehen bleibt, dass das Ohr (des Wachenden?) fortwährend, wenn auch vielleicht in geringerem Grade, adaptirt ist.

Der Gehörknöchelapparat besteht aus einem aus zwei Theilen (Hammer und Ambos) zusammengesetzten, um eine Axe drehbaren Körper und aus einem mit diesem Körper articulirenden, auf das Wasser des Vorhofsfensters drückenden Stempel (dem Steigbügel). Das eine Ende der Umdrehungsaxe, der kurze Fortsatz des Amboses, ist mittelst des Ambos-Paukengelenks an der hintern Wand der Paukenhöhle befestigt, das andere Ende, der lange Fortsatz des Hammers, ragt, nur von Weichtheilen umgeben, in eine Spalte zwischen dem vordern obern Ende des Paukenfellrings und dem Felsentheil und legt sich in eine Furche dieses Ringes. (Wenigstens ist es so beim Ohr des Neugebornen.)

Die Bestimmung der relativen Lage der Gehörknöchelchen gegen die Paukenhöhle wird sehr erleichtert durch das Verfahren von Henle, die Paukenhöhle sich so gedreht zu

denken, dass die Umdrehungsaxe horizontal von hinten nach vorn geht und das Vorhofsfenster vertical steht.

Wird der Stiel des Hammers durch Steigerung des Druckes der Luft auf das mit ihm verwachsene Trommelfell nach innen getrieben, so wird die Basis des Steigbügels gegen die Membran des (ovalen) Vorhofsfensters gedrückt, der Druck im Labyrinthwasser gesteigert und dadurch die Membran des (runden) Schneckenfensters nach aussen getrieben.

Damit der Apparat die kleinsten Druckänderungen der Luft, in stets gleichem Verhältniss vergrössert, dem Labyrinthwasser mittheilen könne, ist es vor allen Dingen nöthig, dass der Druck des Steigbügels stets in völlig gleicher Weise auf das Labyrinthwasser wirke. Zu diesem Ende muss

1) der Druck der Basis stets Eine und dieselbe Fläche treffen und die Richtung der Bewegung unveränderlich sein;

2) es dürfen keine Anheftungen des Steigbügels an die Wand des Vorhofsfensters Statt finden, wenigstens keine solchen, die irgend einen merklichen Einfluss auf seine Lage und Bewegung ausüben könnten;

3) der Steigbügel darf nie aufhören, gegen die Membran des Vorhofsfensters zu drücken.

Wie man bei einiger Ueberlegung leicht finden wird, würden die Druckänderungen der Luft entweder gar nicht oder nach völlig veränderten Gesetzen auf das Labyrinthwasser wirken, sobald Eine dieser Bedingungen verletzt würde.

Um die Erfüllung der 3. Bedingung zu sichern, muss durch den M. tensor tympani, welcher den Hammerstiel nach innen zieht, der Druck gegen die Membran des Vorhofsfensters stets auf einer solchen Höhe erhalten werden, dass er die grössten, beim Hören zu erwartenden Druckänderungen beträchtlich übertrifft. Wahrscheinlich wird am Schnecken- oder Vorhofsfenster eine Wirkung dieses Drucks, sei es die Spannung oder Krümmung (Ausdehnung, Formänderung) der Membran empfunden und durch den M. tensor tympani der für das genaue Hören günstigste Druck hergestellt.

Der Druck hängt nur von der Lage des Hammerstiels ab und um die erforderliche Einstellung dieses Stiels zu bewirken, muss der Zug des Muskels gerade so stark sein, dass er der Wirkung der Spannung des Paukenfells bei dieser Einstellung das Gleichgewicht hält. Ob die Spannung des Paukenfells dabei grösser oder kleiner ist, darauf kömmt gar nichts an; nur muss sie, wie wir jetzt zeigen wollen, so gross bleiben, dass nur ein sehr kleiner Theil der mechanischen Kraft der

das Ohr treffenden Wellen an die Luft im Innern der Paukenhöhle verloren geht.

Wenn eine in freier Luft ausgespannte Membran von einer Schallwelle getroffen wird, so entstehen eine Schwingung der Membran, eine zurückgeworfene Luftwelle und eine weitergehende (gebrochene) Luftwelle. Wie sich die mechanische Kraft der Schallwelle auf diese 3 Wirkungen vertheilt, hängt von der Spannung der Membran ab. Ist diese Spannung sehr gering, so sind die beiden ersten Wirkungen sehr schwach und es geht die Schallwelle fast unverändert weiter. Ist dagegen die Membran so stark gespannt, dass ihre Bewegungen nur sehr klein sind gegen die Schwingungen der Lufttheilchen in der auf sie treffenden Schallwelle, so kann sie der Luft auf der hintern Seite nur sehr kleine Bewegungen mittheilen und folglich auch ihren Druck nur wenig verändern und es wird fast die ganze Druckänderung auf der vordern Seite zur Spannung der Membran verwandt. Ausserdem aber entsteht, wenn die Membran in freier Luft ausgespannt ist, eine zurückgeworfene Welle.

Die Lage des Linsenbeines gegen das Vorhofsfenster kann also nicht unverändert bleiben; aber es kann durch Drehung des Amboses um seinen Befestigungspunkt (das Paukengelenk) bewirkt werden, dass das Linsenbein sich nur parallel der Längsaxe des Vorhofsfensters verschiebt und also nur in dieser Richtung eine Drehung des Steigbügels um das Centrum der Ambosgelenkfläche nöthig ist, um die Steigbügelplatte an ihrem Platze zu erhalten. Da nun nur für diese Richtung eine Vorrichtung (der M. stapedius) vorhanden ist, den Steigbügel um das Ambosgelenkknöpfchen willkürlich zu drehen, für die darauf senkrechte aber nicht, so darf man wohl vermuthen, dass die letztere Vorrichtung eben dadurch überflüssig gemacht worden ist, dass das Ambosgelenkknöpfchen fortwährend in derselben Höhe erhalten wird.

VI. Dem Zuge der Sehne des M. tensor tympani wird zum Theil das Gleichgewicht gehalten durch die Befestigung des Hammergriffs im Paukenfell und des Paukenfells im Sulcus tympanicus. Die Anheftung des Paukenfells an dem Hammergriff reicht aber (nach v. Tröltsch und Gerlach) nur wenig höher, als der Insertionspunkt der Sehne und ihr Endpunkt liegt selbst schon höher, als die Endigungen des Sulcus tympanicus.

Offenbar kann also die Befestigung des Paukenfells im S. t. dem M. tensor tympani allein nicht das Gleichgewicht halten. Zum Gleichgewicht des Hammers ist vielmehr erforderlich,

dass auf den oberhalb des Insertionspunkts gelegenen Theil ein gleich grosses entgegengesetzt gerichtetes Drehungsmoment wirke, wie auf den unterhalb gelegenen Griff. Man kann diese zur Herstellung des Gleichgewichts nöthige Kraft suchen

1) entweder in der Verbindung des Paukenfells mit den oberflächlichen Schichten der Haut des äusseren Gehörgangs,

2) oder in der Wirkung der hinteren Paukenfelltasche,

3) oder vielleicht in dem Zusammenwirken der Anheftungen des Hammerkopfes an die Paukenhöhlenwand durch den Ambos einerseits und anderseits durch das Lig. superius Arnoldi. Diese Anheftungen bilden einen etwa gegen die Spitze des kurzen Fortsatzes gerichteten Winkel und drücken, wenn sie gespannt sind, diese Spitze gegen das Paukenfell.

Ueber angebliche reflectorische Beziehungen des N. vagus zur Harnblase.

Von

Dr. **F. A. Kehrer** in Giessen.

Im Augusthefte der Comptes rendus von 1865 ist das Resultat einer Versuchsreihe enthalten, welche Oehl über gewisse Beziehungen von Vagus und Harnblase angestellt hat. Darnach soll Reizung des Hals-Vagus eine reflectorische Zusammenziehung der Blasenmuskulatur anregen.

Die Versuche wurden in folgender Weise angestellt. Man machte zunächst einen Einschnitt in die Harnröhre eines Hundes, in der Gegend des Bulbus, führte dann eine mit einem Manometer in Verbindung stehende Röhre in die Blase ein und injicirte nöthigenfalls in das leere Organ eine mässige Menge lauen Wassers. Dann suchte man die Vagi am Halse auf, eröffnete das Abdomen soweit, dass die Blase isolirt war und liess durch Gehülfen mittelst Haken alle nachbarlichen Eingeweide zurückhalten. Reizte man nun den Stamm des undurchschnittenen Hals-Vagus oder das centrale Ende des durchschnittenen Nerven, so beobachtete man constant, bei jeder Reizung eine sofortige, rasche und beträchtliche Erhebung, selbst einen heftigen Stoss der Manometerflüssigkeit. Reizung des peripheren Stückes des durchschnittenen Vagus soll ebenfalls nicht selten, doch nicht so sicher, denselben Erfolg haben. Nur in den Ausnahmsfällen, in welchen die Blase auch bei directer Reizung aus unbekannten Gründen sich nicht zusammenzog, übte die Reizung des centralen Vagus-Endes keinen Einfluss auf dieselbe.

Bei Kaninchen sah Oehl ebenfalls nach Vagusreizung die Blase sich zusammenziehen.

Aus dem Angegebenen wird gefolgert, dass der Vagus durch Vermittlung der Medulla eine Blasencontraction einleiten könne. Nach Durchschneidung des Rückenmarks zwischen

Atlas und Lendengegend hat die Vagusreizung nicht den angegebenen Erfolg, woraus Oehl schliesst, dass die motorischen Blasennerven in der Höhe des Lendenmarks abgehen. Bis dahin lagen keine Erfahrungen vor, welche so gedeutet werden mussten, dass man vom Vagus reflectorisch auf die Blase wirken könne. Denn wenn Thiere nach schmerzhaften Eingriffen, also auch bei elektrischer Vagusreizung, ihren Harn entleeren, so konnte man dies mindestens mit demselben Rechte auf eine Compression der Blase durch eine reflectorische Zusammenziehung der Bauchmuskulatur beziehen. Auch bei den Oehl'schen Angaben war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das beobachtete Aufsteigen der Manometerflüssigkeit vom Druck der Bauch- oder der Beckenmuskeln abhänge und überdem blieb es unverständlich, wie eine Reizung des peripheren Stückes des durchschnittenen Vagus nicht selten eine Blasencontraction einleiten solle. Denn entweder hatten abgeleitete Ströme in der Nähe der gereizten Stelle liegende sensible Bahnen getroffen und konnten dann nach dem angedeuteten Mechanismus ebenfalls ein Aufsteigen der Manometerflüssigkeit bewirken, oder man musste annehmen, dass sich die Wirkungssphäre des motorischen Vagus über die oberen Darmpartien hinaus auch auf die Harnblase erstrecke und dann handelte es sich um eine wichtige Erweiterung unsrer Kenntnisse über den Verbreitungsbezirk dieses Nerven.

Das Interesse an der angeregten Frage bestimmte mich, im hiesigen physiologischen Institute, in Gegenwart und unter gütiger Leitung des Herrn Professor Eckhard mehrere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen.

1. Versuch. Bei einem Hunde wird die Haut des Penis in der Nähe des Bulbus gespalten, nach Unterbindung der Dorsalgefässe das Glied durchschnitten, bis zum hinteren Schoosfugenrande zurückgeschlagen und dann eine mit lauem Wasser gefüllte Canüle in die Harnröhre und Blase eingeführt und durch eine Ligatur befestigt. Das freie Ende der Canüle verbindet sich durch einen Kautschukschlauch mit einer langen, rechtwinklig aufgebogenen Glasröhre, das ganze System ist vor Beginn des Versuchs mit blutwarmem Wasser gefüllt worden. — Nach Aufsuchen eines Vagus werden die Bauchdecken in der ganzen Länge der Linea alba und querüber bis zur Lendenwirbelsäule gespalten, die vier Bauchlappen durch belastete Hakenschnüre auseinander gedrängt, und die Gedärme mit einem Tuche zurückgehalten, so dass die Blase bis auf ihren Boden, der den Beckenorganen aufruht, vollkommen frei daliegt. Die Blase bleibt ruhig. Nach Reizung des

centralen Vagusendes mit Inductionsströmen beobachtet man so lange nur geringe Schwankungen von wenigen Millimetern an der Manometerflüssigkeit, als die Bauch- und Beckenmuskulatur nicht in Zusammenziehung geräth. Bei kräftiger Contraction dieser Muskeln, welche bekanntlich reflectorisch durch Vagusreizung eingeleitet werden kann, stieg auch die Flüssigkeit im Manometer beträchtlich an und zwar höher, als man vorübergehend die unteren Bauchlappen entspannte und an die Blase seitlich anlegte. Zusammenziehungen der Blasenmuskulatur selber wurden aber nicht beobachtet.

Durch leichten Druck, direct oder mittelst eines Nachbarorgans auf die Blase geübt, durch ein Eindrücken der Schwanzwurzel oder der Weichtheile an den ischiadischen Oeffnungen in die Beckenhöhle (wobei die Blase sich aus dem Beckeneingang erhob), ferner durch die Bewegungen des Thieres, die Erschütterung des Körpers beim Aufschreien und dergl. wurde auch ohne wahrnehmbare Blasencontraction ein Aufsteigen der Flüssigkeitssäule bewirkt, das in den ersten beiden Fällen eine bedeutende Höhe erreichte, in den letzteren aber nur wenige Millimeter betrug. — Man überzeugte sich dadurch, dass man selbst aus einem erheblichen Steigen der Flüssigkeit noch nicht auf Blasencontractionen als Ursache dieser Erscheinung zurückschliessen dürfe, und um so weniger, als die Blase, selbst wenn man die Gedärme und Bauchdecken durch entsprechende Vorrichtungen unwirksam macht, noch immer einem Boden aufruht, der durch Contraction der Flexoren des Schwanzes, der Levatores ani, Coccygei etc. beeinflusst werden kann. Dass aber diese Muskeln sich ebenfalls bei Vagusreizung gewöhnlich zusammenziehen, dass sie ferner einen Druck auf die Beckenorgane, speciell den Fundus der Blase ausüben und letztere gerade so erheben, wie ein äusserer Druck auf die Kreuz-Steisswirbel und deren Umgebung — davon kann man sich leicht durch den Versuch überzeugen. Um darüber sicher zu sein, dass ein beobachtetes Steigen der sehr empfindlichen Manometerflüssigkeit wirklich von Blasencontractionen, und nicht von Nebeneinflüssen abhängt, bleibt nach Erkenntniss dieser möglichen Fehlerquellen kein anderes Mittel übrig, als sich jedesmal durch directe Anschauung über das wirkliche Vorhandensein von Contractionen zu belehren. Die directe Beobachtung von Zusammenziehungen der Blase unterliegt aber keinen Schwierigkeiten, so wenig als bei andern Organen mit glatten Muskelfasern, dem Darmkanal, den weiblichen Genitalien, dem Ureter und Vas deferens etc.

2.—4. Versuch. In drei weiteren Experimenten an Hunden wurde von dem Manometer-Verfahren ganz abgesehen. Nach Aufsuchen eines Vagus durchschnitt ich kreuzweise die Bauchdecken, drängte sie nach aussen und liess die Gedärme zurückhalten. Reizung des centralen Vagusendes erregte keine nachweisbaren Zusammenziehungen der Blase. Das Organ blieb trotz öfterer Wiederholung der Reizung vollkommen ruhig, contrahirte sich jedoch kräftig, als zum Schlusse des Versuches die Electroden an Scheitel und Mündung aufgesetzt wurden.

5. Versuch. Bei einem Hunde wird in derselben Weise verfahren, nur bleiben die unteren Bauchlappen über die Blase ausgebreitet. Hier trat nun nach jeder Vagusreizung eine zweimalige deutliche Zusammenziehung der Blase ein, das erste Mal mehrere Secunden nach Beginn der Reizung, gleich nachdem sich die Bauchmuskeln contrahirten, nie ohne diese Muskelaction, und das zweite Mal beim Oeffnen der Kette, ebenfalls im Anschluss an die Zusammenziehung der Bauchlappen.

6. Versuch. Bei einem Hunde wird in der angegebenen Weise operirt. In Folge einer Blutung aus der Bauchwunde bleibt die Blase etwas lange den äusseren Einflüssen ausgesetzt und geräth in rhythmische häufig wiederkehrende Contractionen, die sich gewöhnlich an peristaltische Bewegungen der Ureteren anschliessen. Während der Vagusreizung wurde wiederholt Blasencontraction beobachtet, so dass öfters der Anschein eines Abhängigkeitsverhältnisses beider Vorgänge entstand. Allein da man noch viel häufiger ausser der Zeit der Reizung solche Bewegungen ganz von selbst eintreten sah, so erschien ein solcher Schluss durchaus nicht gerechtfertigt.

Diese Beobachtung zeigt eine neue Fehlerquelle, die unsre volle Beachtung verdient. Man kann sie in der Weise ausschliessen, dass man durch rasche Spaltung der Bauchdecken, Vermeidung mechanischer Berührung und durch Zudecken der entblössten Blase mit Netz und Gedärmen das Erwachen rhythmischer Contractionen zu verhüten sucht; oder nach dem Eintritte letzterer von Fortsetzung des Versuches absteht.

7. Versuch. Bei einem Kaninchen wird in der bekannten Weise operirt. Die frei gelegte Blase bleibt trotz wiederholter kräftiger Vagusreizung vollkommen bewegungslos. Erst nachträglich, als man sie zur Wiedererwärmung in die Bauchhöhle reponirt, und dann wieder vorgezogen hatte, werden Contractionen beobachtet, aber diese sind rhythmisch und treten ganz unabhängig von Vagusreizung auf, so dass man genöthigt ist, den Versuch zu unterbrechen.

Diese Beobachtungen zeigen, 1) dass in Folge des Druckes unterer Bauchlappen oder der Beckenmuskeln, welche sich bei Vagusreizung reflectorisch zusammenziehen, die mit der Blase in Verbindung stehende Manometerflüssigkeit während elektrischer Reizung des centralen Vagusendes aufsteigen kann; 2) dass ferner (Vers. 5) bei Umschliessung der Blase durch einen unteren Bauchlappen wirklich nach Vagusreizung Blasencontractionen eintreten können, dass aber 3) bei Entfernung aller störenden Nebeneinflüsse die Harnblase während der Vagusreizung ruhig bleibt und nicht in eine reine reflectorische Zusammenziehung geräth.

Vagus und Blasennerven stehen nicht in directen reflectorischen Beziehungen zu einander.

Wenn Oehl nach Durchschneidung des Cervical- und Dorsalmarkes nicht mehr vom Vagus auf die Blase wirken konnte, so ist dies nach den angegebenen Erfahrungen vollkommen begreiflich, weil nämlich eine solche Rückenmarkssection die Lumbosacralnerven, welche die Bauchdecken theilweise und die Beckenmuskeln allein versorgen, von dem oberen Rückenmarke trennt, das die Erregung des Vagus auch den Nerven der Bauch- und Beckenmuskeln überträgt. Es beweist aber dieser Durchschneidungsversuch keineswegs das, was Oehl daraus folgert, dass nämlich die Blasennerven in der Höhe des Lendenmarks abgehen. In Wirklichkeit treten diese zwar aus dem Lendenkreuzmarke hervor, wie zum Theil die anatomische Präparation, dann aber auch anderweitige Versuche beweisen; allein man würde einen solchen Ursprung jedenfalls nicht aus dem angegebenen Versuche folgern dürfen. Da nämlich Oehl angiebt, man könne schon durch Section des Cervicalmarks den Einfluss des Vagus auf die Blase aufheben, so würde man hieraus mit demselben Rechte schliessen können, die Blasennerven kämen bereits hoch oben, etwa aus dem unteren Cervical- oder dem Dorsalmarke hervor.

Ueber Halsrippen und anomale Rippengelenke.

Von

Dr. **Huntemüller** in Göttingen.

(Hierzu Taf. III.)

I. Ueber die knöcherne Verbindung einer Halsrippe mit der ersten Brustrippe.

Man hat die Halsrippen, deren Vorkommen beim Menschen schon öfter beobachtet wurde, je nach dem Grade ihrer Ausbildung in verschiedene Verbindungen zu den übrigen Theilen des Skeletts treten sehen. Die am wenigsten ausgebildeten, nur als vordere, beweglich gewordene Wurzel des Processus transversus des letzten Halswirbels erscheinenden, standen nur mit der Wirbelsäule in Verbindung, und zwar meist durch Gelenke. Diese Form ist am allerhäufigsten beobachtet (W. Gruber, Neue Anomalien. Berlin 1849. S. 6.). Selten wurden vollständiger ausgebildete Halsrippen frei endigend gefunden (J. H. Halbertsma, Ueber das Verhalten der Arteria subclavia bei zufällig vorhandenen Halsrippen beim Menschen. S. 14. Tab. II. Fig. 4. — Luschka, Die Halsrippen und die Ossa suprasternalia des Menschen, in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1859. Bd. XVI. S. 8. Tab. II, *d*). Sie traten fast immer entweder mit dem Brustbein oder mit der ersten Rippe in Verbindung. So mit dem Brustbein vermittelst eines ligamentösen Stranges (S. Th. Sömmering, Vom Bau des menschl. Körpers. Bd. II. S. 137), oder durch einen Knorpel (Luschka, in der genannten Abhandlung S. 12. Tab. II, *b*), oder durch Knorpel und Bandmasse zugleich (Luschka, a. a. O. S. 10. Die Halsrippe war in ihrem hintern Theile knöchern, im mittleren Theile ligamentös, erreichte dann aber vermittelst eines Knorpels das Brustbein). Sehr mannigfach

sind auch die Verbindungen, welche man Halsrippen mit der ersten Brustrippe eingehen sah. Luschka sah sie an den Knorpel der ersten Rippe treten (S. 10). An Verbindungen, welche Halsrippen mit dem Körper der ersten Brustrippe eingehen, zählt der genannte Beobachter auf S. 8 und 9 seiner schon öfter citirten Abhandlung zwei verschiedene Arten auf. Die Verbindung wird hergestellt entweder durch platte fibröse Stränge, welche vom vordern Ende der Halsrippe zum innern Rande der Brustrippe verlaufen, oder durch ein Gelenk, indem die Brustrippe einen Fortsatz nach oben schickt, mit welchem das vordere Ende der Halsrippe articulirt (J. Fr. Meckel, Archiv für die Physiologie, 1815, Bd. I. S. 642. Tab. VI. Fig. 36. — Halbertsma a. o. bezeichneten O. — Ein Fall von Luschka). Eine knöchere Verbindung, die sich als dritte Art anreihen würde, führt Luschka nicht mit auf, doch vermuthet er solche in dem von E. Sandifort abgebildeten (Museum anatomicum. Lugduni Batavorum 1793. p. 181. Tab. XLIX. Fig. 1—2) und als „costa prima dextra hominis adulti, quae duo plane distincta capita habet" beschriebenen Falle. Halbertsma hat das bezügliche Präparat selbst gesehen und sagt darüber in seiner oben citirten Schrift Seite 14: „Bij eenigzins naauwkeurig onderzoek blijkt het, dat wij hier eveneens met eene halsrib te doen hebben, waarvan het voorste uiteinde versmolten is met de eerste waare rib; eene vergelijking met andre praeparaten laat hieromtrent geen den minsten twijfel over." Eine beigefügte Abbildung stellt das Präparat von aussen dar. Mit dieser, sowie mit den von Sandifort gegebenen Abbildungen, welche eine obere und untere Ansicht geben, hat ein neuerdings aus der Blumenbach'schen Sammlung in die Sammlung des hiesigen anatomischen Instituts übergegangenes Präparat Aehnlichkeit, welches seiner Seltenheit wegen um so mehr eine genauere Beschreibung verdient, als der im Leydener Museum befindliche Fall von Halbertsma nur kurz erwähnt wird.

Dasselbe ist ein erster Rippenknochen rechter Seite von einem Erwachsenen, mit dessen Körper eine, der Krümmung ihres inneren Randes nach gemessen, 7,2 Cent. lange Halsrippe in knöcherner Continuität steht. Der Knochen erhält dadurch ein höchst seltsames Aussehen. Es könnte Jemand, dem das Vorkommen von Halsrippen beim Menschen nicht bekannt wäre, leicht in denselben Irrthum verfallen wie Sandifort, und den Knochen für eine erste Rippe mit doppelter Extremitas vertebralis halten. Um im Grossen und Ganzen ein Bild davon zu erhalten, denke man sich eine erste Rippe,

deren Körper doppelt so breit, deren Vertebralende doppelt so hoch wäre wie in der Norm, an ihrem hinteren Ende in horizontaler Richtung dergestalt eingesägt, dass der Schnitt innen genau bis an den Uebergang der Extremitas vertebralis in den Körper reichte, aussen aber noch eine Strecke lang in den Körper selbst fortgeführt wäre. Das getheilte hintere Ende repräsentirt die beiden Wirbelenden, der zwischen beiden befindliche, nach aussen sich verlängernde Spalt den Intercostalraum, das hintere breite Mittelstück die verschmolzenen Rippenkörper, das verschmälerte vordere Ende die Extremitas anterior der Brustrippe.

Die Halsrippe besitzt ein gut ausgebildetes Capitulum, welches gegen das der Brustrippe etwas nach aussen zurücktritt, mit einer schwach convexen, rundlich gestalteten, ungetheilten Gelenkfläche zur Articulation mit dem Körper des letzten Halswirbels, und einer vorderen, etwas rauhen Fläche, die wahrscheinlich zum Ansatz eines Ligamentum costovertebrale radiatum diente. Durch eine seichte Einschnürung ist es getrennt vom Halse, einem nach aussen sich verbreiternden Knochenstück mit oberer planer und unterer von aussen nach innen ausgeschweifter Fläche, einem vorderen abgerundeten und hinteren rauhen, etwas hohen Rand. Er setzt sich fort in das stark ausgebildete Tuberculum. An diesem kann man deutlich eine hintere, rundliche, plane Gelenkfläche zur Articulation mit dem Processus transvers. des siebenten Halswirbels von einer vorderen, rauhen, zu Muskelansätzen bestimmten Fläche unterscheiden. Die ganze Extremitas vertebralis liegt genau über der ganz regelmässig gestalteten der Brustrippe, sodass sie dieselbe von oben gesehen fast vollständig deckt.

Der Körper der Halsrippe ist nur in seinem hinteren Theil als selbstständiger Knochen zu erkennen. Er besitzt hier eine Breite von 1,5 Cent., ist reichlich 0,5 Cent. dick und läuft ziemlich gerade gestreckt von hinten nach vorn, sodass er mit seiner Extremitas vertebralis einen rechten Winkel bildet. Er liegt nicht genau über dem Körper der Brustrippe, der wie in der Norm unter Bildung einer nach aussen stark convexen Kantenkrümmung an sein vertebrales Ende sich ansetzt, sondern tritt einen Absatz bildend nach innen zurück. Man kann an ihm eine obere und untere Fläche, einen innern und äussern Rand unterscheiden. Die obere Fläche ist convex und trägt in ihrer Mitte eine rauhe Leiste, welche vom Tuberculum ausgehend sich bis zum vorderen Ende der Halsrippe hinzieht und nur unterbrochen wird durch eine

breite glatte Furche, welche quer über die Rippe von innen nach aussen läuft. Die untere Fläche ist etwa in der Mitte ihrer Breite hinten schon mit dem innern Rande der Brustrippe verwachsen, sodass ihre innere Hälfte als eine Fortsetzung der unteren Fläche der Brustrippe erscheint. Eine schmale Erhabenheit mit kleinen Knochenstreifchen deutet eine kurze Strecke lang diese Verwachsung an. Die äussere Hälfte der unteren Fläche ist hinten frei, verschmilzt aber nach vorn immer mehr mit der oberen Fläche der Brustrippe. Hierdurch bleibt ein dreieckiges Feld von ihr frei, dessen Basis nach hinten liegt und sich unmittelbar in die untere Fläche des Wirbelendes der Halsrippe fortsetzt, dessen Spitze nach vorn und aussen gekehrt ist, dessen innerer Schenkel die schräg von innen und hinten nach aussen und vorn sich hinziehende Verwachsungslinie zwischen unterer Halsrippen- und oberer Brustrippenfläche, dessen äusserer Schenkel den äussern Rand des Halsrippenkörpers bildet. Der innere Rand ist in seiner ganzen Ausdehnung frei und 4,6 Cent. lang. Hinten abgerundet läuft er zuerst ziemlich gestreckt nach vorn, macht dann aber, während er sich zuschärft, einen nach innen stark concaven Bogen; hinten geht er in den vorderen Rand des Collum der Halsrippe, vorn in den inneren Rand der Brustrippe über. Der äussere Rand ist nur in seinem hinteren Theile eine kurze Strecke von 1,8 Cent. selbstständig, erscheint als Fortsetzung des hinteren Randes des Collum der Halsrippe und verliert sich nach vorn unmerklich auf der oberen Fläche des aus der Verschmelzung der beiden Rippenkörper hervorgegangenen Knochenstücks.

Der vordere Theil des Körpers der Halsrippe ist mit dem der Brustrippe auf's innigste verschmolzen. Die letztere erscheint dadurch anfangs verbreitert, nimmt aber allmälig nach vorn ihre gewöhnliche Breitendimension wieder an. Etwa in der Mitte des innern Randes sitzt ein platter Fortsatz mit breiter Basis auf, dessen ausgeschweifte Ränder in einer Spitze zusammentreffen, welche offenbar das vordere Ende des Körpers der Halsrippe ist, und da sie wahrscheinlich zum Ansatz des Musculus scalenus anticus diente, gleichsam als ein stark entwickeltes Tuberculum scaleni angesehen werden kann. Dieser Fortsatz theilt den concaven inneren Rand in zwei gleiche Bögen, welche auf seiner Spitze zusammenstossen, und giebt dem Knochen eine Breite von 3,5 Cent. Der äussere Rand zeigt die gewöhnliche stark convexe Krümmung, ist aber länger, wie in der Norm. Die sich daraus ergebende grössere Länge der Brustrippe (der äussere Rand besitzt vom Capitulum bis

zum vorderen Ende gemessen eine Länge von 18 Centim., während beide Enden in gerader Linie gemessen 8,5 Cent. von einander abstehen) wurde auch in anderen Fällen von Halsrippenbildung beobachtet (Luschka, a. a. O. S. 12). Die Brustrippe scheint mit dem Einbüssen ihres Platzes als erste Rippe auch einen Theil der dieselbe sonst charakterisirenden Eigenschaften verloren zu haben und gewissermaassen einen Uebergang in die Form der zweiten Rippe zu bilden. Dies spricht sich ausser der grösseren Länge auch in der Stellung ihrer Flächen aus, welche nicht ganz horizontal ist, indem die obere Fläche zugleich nach aussen, die untere nach innen gerichtet ist. Das vordere Ende mit seiner zur Aufnahme des Rippenknorpels bestimmten vertieften Gelenkfläche ist dagegen ganz regelmässig gebildet.

Der Intercostalraum, welcher die beiden Rippen von einander trennt, ist nur kurz und niedrig. Im Mittel beträgt seine Höhe nur 2 Millim., ist aber zwischen der Mitte der beiden hintern Extremitäten etwas beträchtlicher. Er erstreckt sich nach innen bis an den Uebergang der Wirbelenden in die Körper, nach aussen noch etwas weiter. Dagegen besitzt er eine bedeutende Tiefendimension, weil ihm die Rippen nicht wie sonst ihre Ränder, sondern ihre Fläche zukehren.

Es wäre nun interessant, die Verhältnisse der angrenzenden Weichtheile zu kennen, namentlich zu wissen, welche Lage Muskeln, Nerven und Gefässe gehabt haben. Dieselben müssen offenbar nicht unbeträchtliche Abweichungen von der Norm erlitten haben. Mit einiger Sicherheit lässt sich nur die, allerdings in praktischer Hinsicht wichtigste Frage, welchen Verlauf die Arteria subclavia genommen hat, ob sie über die Hals- oder die Brust-Rippe lief, entscheiden. Nach Halbertsma läuft die Arterie über die Halsrippe, wenn die letztere eine Länge von 5,6 Cent. und mehr erreicht. Darnach konnte man schon a priori annehmen, dass in unserem Falle, wo die Halsrippe eine Länge von 7,2 Cent. besitzt, sie den Träger für die Arterie abgegeben habe. Diese Annahme wird bestätigt durch die Anwesenheit einer quer über die Halsrippe hinweglaufenden glatten Furche, deren ich schon oben bei der Beschreibung des Präparats gedachte. Uebrigens kann die Arterie nur eine um weniges höhere Lage wie in der Norm gehabt haben, wegen der unmittelbaren Auflagerung der Halsrippe auf die erste Rippe. Dem entsprechend erscheint die für sie bestimmte Furche auch weniger tief, als sie sonst an Halsrippen gefunden wurde. Man nimmt ja an, dass die Furche durch die stärkere Spannung bedingt wird, welche die Arterie

bei der höhern Lage der sie tragenden Rippe auszuhalten hat. Die Tiefe der Furche wird also zur Höhe der Lage der Rippe in directem Verhältniss stehen. Eine etwaige Unterbindung der Arterie über dem Schlüsselbein hätte also nach den gewöhnlichen Regeln vorgenommen werden können.

Die obere Brustapertur muss eine unregelmässige Gestalt gewonnen haben und die rechte Brusthöhle nach oben vergrössert gewesen sein. Vielleicht reichte in Uebereinstimmung damit auch die rechte Lungenspitze höher hinauf. Indessen können doch auch diese Abweichungen von den in der Regel obwaltenden Verhältnissen nicht so bedeutend gewesen sein, dass sie etwa für Percussion und Auscultation der Lungen in Betracht gekommen wären, wie dies in einer von Luschka (a. a. O. S. 11) mitgetheilten Beobachtung entschieden der Fall war.

Es bleibt noch die Frage zu beantworten, wann die Verwachsung der beiden Rippen zu Stande gekommen sein möge, ob während des Fötallebens oder erst nach der Geburt durch Verknöcherung einer freien Endigung, oder Articulation, oder Bandverbindung.

Gegen die letztere Vermuthung spricht, so viele Analogien sich für dieselbe anführen lassen, die Glätte der einander zugewandten Flächen, der Mangel jeder Spur von Knochenentzündung und die Häufigkeit angeborner Knochenverschmelzungen, die allerdings meistens bei Defecten (Bockshammer, Ueber die angebornen Synostosen an den Enden der beweglichen Wirbelsäule. Tübinger Dissertation. 1861. — Nägele, Das schräge Becken), aber auch bei überzähliger Bildung einzelner Theile beobachtet wurden. Am bekanntesten und zugleich unserem Falle am meisten analog ist die Verschmelzung der Metakarpal- und Metatarsal-Knochen bei überzähliger Finger- oder Zehenbildung.

Angeborne Knochenverschmelzung wurde selbst an Rippen schon beobachtet, namentlich bei mangelhafter Entwickelung der oberen Körperhälfte, aber auch bei sonst normaler Bildung (Meckel, Handbuch der patholog. Anatomie. Bd. I. S. 389). Sandifort sah vier Rippen der rechten Seite, in einem anderen Falle zwei untere Rippen mit einander verwachsen (Mus. anatom. L. B. Tab. 48. Fig. 3 u. 4). Bei Morgagni (De sedib. et caus. morb. LVI. 17) findet sich ein Fall verzeichnet, wo erste und zweite Rippe verschmolzen waren.

Während ich mit dieser Arbeit beschäftigt war, wurde ich durch Herrn Dr. Wolters auf einen am Lebenden zu beobachtenden Fall von Halsrippenbildung aufmerksam gemacht, den ich der Mittheilung werth halte, da die bis jetzt in der Literatur verzeichneten Beobachtungen über Halsrippen sämmtlich vom Secirtisch stammen. Er betrifft ein zwölfjähriges Mädchen von scrophulösem Habitus, zu welchem Herr Dr. Wolters gerufen wurde, weil die Eltern meinten, das Kind habe geschwollene Drüsen am Halse. Bei näherer Nachfrage stellte sich heraus, dass diese Anschwellung, von den Eltern unbemerkt, schon lange bestanden hatte. Die rechterseits sanft abfallende Nackenlinie hat auf der linken Seite einen buckelartigen Vorsprung, den man bei geradegestelltem Kopfe und Betrachtung von der Seite bis in's seitliche Halsdreieck nahe an den hinteren Rand des M. sternocleidomastoideus sich erstrecken sieht. Die Palpation erweist, dass die Geschwulst aus Knochen mit glatter Oberfläche besteht; sie lässt sich von ihrem abgerundeten vorderen Ende, an welchem sie am deutlichsten zu fühlen ist, durch die Nackenmuskulatur hindurch bis nahe an die Wirbelsäule verfolgen. Das vordere Ende ist vom Dorn des letzten Halswirbels 10 Cent., von der oberen Fläche der ersten Rippe 3 Cent. entfernt. Eine Beweglichkeit der Geschwulst ist in keiner Richtung, wie man auch den Druck ausüben mag, nachzuweisen. Die Arteria subclavia läuft nicht über die Geschwulst hinweg, man fühlt sie deutlich vor dem vorderen Ende derselben pulsiren. Uebrigens verursacht die Anwesenheit der Geschwulst durchaus keine Beschwerde, ebensowenig als Druck auf dieselbe Schmerz hervorruft. Percussion und Auscultation der linken Lungenspitze ergeben nichts Besonderes.

Die Diagnose kann hiernach nur schwanken zwischen der Annahme einer angebornen Exostose der ersten Rippe und einer Halsrippe. Für letztere Ansicht entscheidet die Lage der Geschwulst, namentlich die Möglichkeit, dieselbe bis an die Wirbelsäule zu verfolgen. Die Unbeweglichkeit spricht nicht dagegen, eher spricht sie gegen die Annahme einer Exostose, welche doch den Bewegungen der ersten Rippe folgen müsste. Für die Annahme, dass es sich hier um eine Halsrippe handele, hat auch Herr Obermedicinalrath Baum sich erklärt.

II. Ueber eine abnorme Gelenkverbindung zwischen zwei Rippen.

Henle erwähnt in seinem Handbuche der systematischen Anatomie des Menschen (I. Bd. I. Abth. S. 64) eine im Göttinger anatomischen Museum befindliche Rippenanomalie, die ich mit seiner Erlaubniss abbilden liess (Taf. III) und genauer beschreibe.

Das betreffende Präparat stellt die 5. und 6. Rippe der rechten Seite dar, welche vermittelst ihrer Bänder noch mit der Wirbelsäule in Zusammenhang stehen. Vom unteren, vorderen Rande des Halses der 5. Rippe geht dem Höcker gegenüber ein 1 Cent. breiter und ebenso langer Fortsatz nach unten, vorn und aussen. Er ist im Ganzen platt, nimmt aber von oben nach unten an Dicke zu, sodass er von der Seite gesehen als ein Dreieck erscheint, dessen abgestutzte obere Spitze mit der Rippe zusammenhängt, dessen Basis nach unten sieht. Seine vordere, von aussen nach innen convexe Fläche ist glatt und geht nach oben unmittelbar in die vordere Fläche des Rippenhalses über. Die hintere Fläche ist mehr plan, rauh und springt gegen die hintere Fläche des Rippenhalses etwas zurück. Der mediale wie der laterale Rand sind abgerundet und setzen sich, concave Bogen bildend, in den vorderen, unteren Rand des Halses fort. Die untere, fast horizontal gestellte Fläche ist oval gestaltet, etwas convex und überknorpelt. Diesem Fortsatz entgegen erhebt sich ein ganz ähnlich gestalteter, nur mit breiterer Basis aufsitzender, vom oberen Rande des Halses der 6. Rippe, an der Stelle, wo dieser in den Körper übergeht. Er steigt schräg nach oben, vorn und aussen. Seine obere überknorpelte Gelenkfläche ist entsprechend der Convexität der Gelenkfläche des oberen Fortsatzes concav, und mit derselben durch eine einfache Gelenkkapsel verbunden. Im Uebrigen zeigen beide Rippen ganz normales Verhalten.

Die Fortsätze springen etwa 8 Millim. weit in das Cavum thoracis vor und theilen den fünften Intercostalraum in eine grössere vordere und kleinere hintere Abtheilung. Eine Behinderung des Austritts der hinteren Zweige des 5. Dorsalnerven und der Intercostalgefässe an der gewöhnlichen Stelle ist dadurch nicht bedingt. Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Lunge beim Auf- und Absteigen durch die vorspringenden Fortsätze eine Störung erlitt.

Einige ähnliche Fälle finden sich in der Literatur verzeichnet. Leveling (Observationes anatomicae rariores. Fasc. I. S. 152. Tab. 5. Fig. 6) sah die vierte und fünfte Rippe am

hinteren Theile in der Gegend des Gelenkhügelchens durch Fortsätze zusammenstossen, und ein Mittelknöchelchen zwischen ihnen. J. F. Meckel (Archiv für die Physiologie. Bd. I. S. 643) sah an einer weiblichen Leiche die 6. und 7. Rippe hinten in der Gegend des Wirbels durch zwei einander entgegenkommende Fortsätze beweglich verbunden. F. J. C. Mayer (Neue Unters. aus dem Gebiete der Anatomie und Physiol. Bonn, 1842. S. 19) bemerkt eine ähnliche Articulation zwischen der 8. und 9. Rippe an der Leiche eines Corsarenhäuptlings (Malayen) aus dem stillen Ocean. Hyrtl erwähnt einen im Prager Museum befindlichen Fall, wo 7 Rippen einer Seite durch in der Nähe des Tuberculum befindliche Fortsätze theils verwachsen, theils beweglich verbunden sind (Handbuch der topographischen Anatomie. 5. Auflage. Bd. I. S. 541).

Diese Missbildungen sind in doppelter Hinsicht interessant, worauf schon frühere Beobachter aufmerksam gemacht haben; einmal mit Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte. Sie erinnern an die Bildung des Kreuzbeins, wobei ja auch die als verkümmerte Rippen aufzufassenden Processus transversales der Kreuzbeinwirbel nach oben und unten sich Fortsätze entgegenschicken, durch deren schliessliches Zusammenwachsen die Partes laterales gebildet werden. Sie sind aber auch andrerseits für die vergleichende Anatomie als Thierähnlichkeit von Interesse. Meckel sagt darüber (Handbuch der patholog. Anatom. Bd. I. S. 389): „Alle diese Beispiele erinnern auf eine sehr interessante Weise an die Verschmelzung der Rippen, die schon bei den Vögeln durch die Anwesenheit der von einer Rippe zur andern absteigenden beweglichen Fortsätze angedeutet, bei den Schildkröten aber vollständig entwickelt ist.“

Ueber eine anomale Verbindung des M. pectoralis major und latissimus dorsi in der Achselgrube.

Von

F. Merkel, Stud. med. in Göttingen.

(Hierzu Tafel IV.)

Zu den häufigern Varietäten des M. latissimus dorsi gehört der zuerst von Langer genau beschriebene Fall (vergl. Henle's Muskellehre p. 30), wo von dem vordern Rande des genannten Muskels ein Bündel sich ablöst, um sich in den von Langer sogenannten Achselbogen zu inseriren und durch Vermittelung dieses Sehnenbogens mit der Insertion des M. pectoralis major oder minor zu verbinden.

Nicht minder häufig trennt sich vom lateralen Rande des M. pectoralis major ein Bündel, das sich dem M. pectoralis minor beigesellt und so zum Schulterhaken gelangt (Henle's Muskellehre p. 87).

In der linken obern Extremität einer magern und wenig muskulösen männlichen Leiche, die mir zur Präparation der Gefässe übergeben worden war, fanden sich, was an sich schon selten sein mag, die beiden erwähnten Varietäten neben einander. Die Seltsamkeit des Muskelverlaufs war aber dadurch noch erhöht, dass der Achselbogen, der bekanntlich nur eine sehnige Verstärkung der Fascie der Achselgrube darstellt, sich theilweise in Muskelsubstanz umgewandelt zeigte.

Beim Zurückpräpariren der Haut kam dicht neben dem Ansatz des M. pectoralis major (*Pmj*) der Ansatz eines platten Muskelbündels (*Pmj**) zu Tage, welches an der sechsten Rippe entsprang und nur durch eine dünne Bindegewebslage von der Hauptmasse des M. pectoralis major getrennt war. Die Breite dieses Bündels beträgt am Ursprung 2,5 Cm.

Nachdem dasselbe den an der fünften Rippe entspringenden M. pectoralis minor an seinem untersten, äussersten Winkel

gekreuzt, geht es aufwärts, dem M. pectoralis major parallel, und theilt sich nach einem Verlauf von 5,6 Cm. Länge unter spitzem Winkel in 2 platte, bandartige Zacken von je 1 Cm. Breite.

Die vordere längere Zacke (*Pmj'*) steigt ziemlich senkrecht in die Höhe; mit einer Endsehne von 1—1,5 Cm. Länge breitet sie sich über dem obern Ende des M. coracobrachialis dergestalt aus, dass ein Theil derselben quer in die Fascie des Muskels ausstrahlt, der grössere Theil mit den Sehnenfasern des M. coracobrachialis convergirend sich zum Process. coracoideus wendet und hier mit der gemeinschaftlichen Ursprungssehne des M. coraco-brachialis und pectoralis minor verschmilzt.

Bevor die Sehne des eben erwähnten Muskelbündels den M. coraco-brachialis erreicht, stösst mit ihr ein etwas stärkeres Muskelbündel (*A*) von 7,4 Cm. Länge zusammen, welches seinen Ursprung aus einem Sehnenstreifen (*A'*) nimmt, der mit dem M. latissimus dorsi zusammenhängt und am vordern Rande dieses Muskels an der Stelle angeheftet ist, wo derselbe sehnig zu werden beginnt. Der Sehnenstreifen *A'* dient zwei Muskelbündeln zur Insertion. Das Eine (*Pmj''*) ist der hintere kürzere Kopf des von der 6. Rippe kommenden Bündels, seine Länge beträgt 10,5 Cm.; das andere (*Ld'*) geht in der Gegend der 7. Rippe vom vordern Rande des M. latissimus dorsi ab.

Die beiden Köpfe des von der 6. Rippe entspringenden Bündels bilden mit dem vom M. latissimus dorsi zum M. coracobrachialis gespannten Muskelbogen bei stark abducirtem Arm ein sehr stumpfwinkliges, ungleichseitiges Dreieck, dessen Basis dem längern Kopf entspricht, und dessen Spitze gegen den M. latissimus dorsi gerichtet ist. Legt man den Arm an den Thorax an, so umschliesst der Muskelbogen mit der Sehne des M. latissimus dorsi eine V-förmige Spalte, durch welche das Bündel der Gefässe und Nerven der Achselgrube durchtritt.

Wenn der sehnige Achselbogen zum Schutz der Gefässe der Achselgrube dient und die Insertion des abirrenden Bündels des M. latissimus dorsi in diesen Sehnenbogen den Zweck hat, den Bogen von den Gefässen abzuziehen, so muss, mit der Umwandlung des sehnigen Bogens in einen muskulösen, der umgekehrte Erfolg eintreten: mit der Contraction wandelt sich der gebogene Verlauf des Bündels *A* in einen gestreckten um und muss sich dasselbe den Achselgefässen und Nerven nähern. Es ist anzunehmen, dass im vorliegenden Falle die Zusammenziehung der 3 aufsteigenden Muskelbündel der Neigung des queren, sich gerade zu strecken, das Gleichgewicht hielt.

Erklärung der Abbildung.

Profilansicht der linken Seite des Thorax mit stark erhobenem Arm. Der M. pectoralis major *(Pmj)* vorwärts abgezogen; *Pmj** abnormes Bündel desselben, aufwärts in zwei Zacken *(Pmj', Pmj'')* getheilt; *Pm* M. pectoralis minor; *D* M. deltoideus; *Cb* M. coracobrachialis; *Tmj* M. teres major; *Ld* M. latissimus dorsi; *Ld'* Anomales Bündel desselben. *A* Muskulöser, *A'* sehniger Theil des Achselbogens.

Bibliothek des med.-chir. Instituts München

Ueber die angebliche Anastomose zwischen dem Ganglion geniculi N. facialis und dem N. petrosus superficialis minor.

Von

Dr. E. Bischoff.

(Hierzu Tafel V.)

In dem ersten Hefte des XXVIII. Bandes dieser Zeitschrift findet sich pag. 94 eine Notiz des Herrn Prof. Krause über die angebliche Verbindung des N. petrosus superficialis minor mit dem Knie des Facialis, in welcher derselbe der von mir bestätigten Angabe Beck's widerspricht, dass eine solche Verbindung, wie sie von Arnold und Anderen beschrieben und abgebildet wird, nicht existire. Prof. Krause beschreibt zwei Arten dieser Verbindung und erachtet dadurch die früheren Angaben wieder in integrum restituirt.

Obgleich ich nicht weiss, wodurch sich Herr Prof. Krause, insofern sein Widerspruch gegen mich gerichtet ist, zu der darin ausgesprochenen Ansicht veranlasst findet, dass es nicht schwierig sei, die Ursache jener negativen Angabe in der Arbeit mit nur isolirten Nervenstückchen aufzudecken, so bin ich doch von einer zu grossen Achtung vor dem anatomischen Namen „Krause" erfüllt, als dass mich nicht dieser Widerspruch des Herrn Prof. W. Krause hätte veranlassen sollen, diesen Gegenstand nochmals einer genauen Prüfung zu unter werfen.

Ich revidirte meine zahlreichen, nicht einzelne Nervenstückchen, sondern die ganze sogenannte Jacobson'sche Anastomose zugleich mit dem Knie des Facialis und dem Petr. superf. major darstellenden Präparate, und fertigte deren noch 18 Stück neue an. Dabei fand ich freilich, dass für mich die Präparation der betr. Nerven, d. h. allerdings nicht die

Präparation des Knies des Facialis und des Petros. superf. maj., sondern die Präparation des Petros. superf. minor mit seiner etwaigen Verbindung zum Knie des Facialis und dem N. tympanicus, allerdings zu den schwierigen Aufgaben der darstellenden Neurologie gehört, und insofern Herr Krause dieses in Abrede stellt, muss ich ihm von vorn herein den Vorzug einer grösseren Geschicklichkeit und Erfahrung zugestehen. Doch glaube ich es dahin gebracht zu haben, dass ich mit jedem Andern zu concurriren mich getraue in der Lieferung eines Präparates, welches sorgfältig und mit den gehörigen Hülfsmitteln untersucht, eine zuverlässige Antwort auf die in Rede stehenden Fragen geben muss, weil alle betreffenden Theile vollständig erhalten sind und nicht bloss isolirte Nervenstückchen.

Nach diesen wiederholten Prüfungen stehe ich nicht an zu behaupten, dass in keinem einzigen der von mir untersuchten, etwa 36 Fälle sich eine Verbindung zwischen dem Knie des Facialis und dem Petros. superf. minor in der Art vorfand, wie Arnold dieselbe zuerst in seiner Schrift über den Kopftheil des vegetativen Nervensystems beschrieb und Tafel VII, sowie später in seinen Icones Nervorum Capitis abbildete, während sich an dieser Stelle immer eine Arterien-Anordnung findet, welche diese Angabe Arnold's, bei den damaligen Untersuchungsmitteln, sehr begreiflich erscheinen lässt. Aber auch eine Verbindung zwischen dem Petros. superf. minor und dem Knie des Facialis, wie sie Herr Prof. Krause in seiner hier in Rede stehenden Abhandlung beschreibt und in zwei verschiedenen Arten abbildet, habe ich nie beobachten können.

Dagegen habe ich jetzt, wo ich der Erhaltung der Weichtheile zwischen dem Petros. superf. maj. und dem Petros. superf. minor die grösste und mehr Sorgfalt als früher zuwendete, von den mit dem Knie des Facialis sich verbindenden oder von ihm ausgehenden zahlreichen Fäden des Petros. superf. major mehrere Male ein nur $^1/_{12}$ Mm. dickes und daher dem unbewaffneten Auge gar nicht sichtbares Fädchen sich ablösen und durch ein besonderes Knochenkanälchen gegen das Ganglion oticum hin verlaufend beobachtet, welches also möglicher Weise eine Verbindung zwischen dem Ganglion geniculi N. facialis und dem Ganglion oticum darstellen kann. Nie aber sah ich dieses Fädchen in der Weise, wie Prof. Krause dasselbe in seiner Fig. 2 sich mit dem Petros. superf. minor verbinden lässt, auch nicht wenn ich es noch viel weiter gegen das Ganglion oticum verfolgt hatte. Eine Anordnung gar, wie sie Herr Prof. Krause in seiner Fig. 3 darstellt,

wo der N. tympanicus ganz aus dem Knie des Facialis hervorzugehen oder sich in dasselbe hineinzusenken, der Petros. superf. minor aber ein Aestchen dieses N. tympanicus zu sein oder sich mit ihm ganz mit dem Knie des Facialis zu verbinden scheint, habe ich in den 25 Präparaten, die noch jetzt von dieser Stelle vor mir liegen, nie gesehen, und ist überhaupt von Niemandem sonst beobachtet worden.

Ich mache hier auch auf die angegebenen Vergrösserungen aufmerksam, die offenbar um das 8- bis 10fache zu gross angegeben sind, welche Angabe daher wahrscheinlich auf einem Druckfehler beruht.

Da nun aber auch jenes jetzt von mir beobachtete von dem Ganglion geniculi gegen das Ganglion oticum hinlaufende Fädchen durchaus nicht immer beobachtet wurde, auch in Fällen, wo an eine Zerstörung oder einen Verlust desselben gar nicht zu denken war, so bin ich geneigt anzunehmen, dass sich in dieser Verbindung des Ganglion geniculi mit dem Ganglion oticum individuelle Verschiedenheiten finden mögen. In der Regel fehlt eine solche ganz; zuweilen mag sie durch ein Fädchen in der von mir oben dargestellten Weise, zuweilen ähnlich der von Prof. Krause beobachteten, in Fig. 2 dargestellten Weise hergestellt werden, obgleich ich letzteres nie sah. Ein Mal sah ich auch noch vom Petros. superf. major ein ganz feines, nur mit dem Mikroskop sichtbares, ziemlich langes Fädchen gegen den Petros. superf. minor hin verlaufen und sich mit diesem an einer Eintrittstelle in die Trommelhöhle verbinden. Bei der Revision meiner älteren Präparate über den N. tympanicus oder der Jacobson'schen Anastomose habe ich mich übrigens überzeugt, dass allerdings, wie Hr. Prof. Krause angiebt, im Verlaufe desselben und an den Abgangsstellen seiner Aeste häufiger eingestreute Ganglienzellen oder Kugeln vorkommen, als ich früher angegeben habe. Ich habe früher meist mit zu schwachen Vergrösserungen und an frischen, nicht durch Canadabalsam durchsichtig gemachten Präparaten untersucht, und daher diese von den Nervenröhren ganz eingeschlossenen Ganglienkugeln übersehen.

Paris, den 14. Januar 1867.

Beschreibung der Abbildungen.

Dieselben sind mit der Camera lucida von in Weingeist erhärteten Präparaten entnommen und etwa 5mal vergrössert.

Fig. I. Vom N. petrosus superficialis major *(p. s. maj.)* geht ein $^1/_{12}$ Mm. dickes Fädchen *(o)* in der Richtung gegen das Ganglion oticum und den Petrosus superficialis minor *(p. s. min.)*, ohne sich mit letzterem zu verbinden. *F* Nervus facialis. *g* Kleines Ganglion an dem Petrosus superficialis min. *A* Kleiner Ast der A. petrosa superf., welcher den Schein einer Verbindung zwischen dem Knie des Facialis und der Umbiegungsstelle des Petros. superf. min. zur Verbindung mit dem N. tympanicus hervorbringt.

Fig. II. Dieselben Bezeichnungen mit derselben Bedeutung. Doch fand sich hier ein feiner Verbindungszweig *(m)* vom Petros. superf. maj. zum Petros. superf. min.

Bemerkung
über den N. petrosus superficialis minor.

Von

W. Krause.

Der Verfasser der vorstehenden Abhandlung vermuthet einen Druckfehler in den Vergrösserungszahlen bei den von mir auf Tafel V. Fig. 2 und 3 des XXVIIIsten Bandes dieser Zeitschr. gegebenen Abbildungen des N. petrosus superfic. minor und seines Zusammenhanges mit dem N. facialis. Diese Vermuthung bedarf einer Erläuterung, denn es liegt in der That kein Druckfehler vor. Die betreffende Fig. 3 ist bei 50facher, die Fig. 2 bei ein wenig stärkerer Vergrösserung gezeichnet, während Jeder sofort sieht, dass die Durchmesser des N. facialis, Ganglion geniculi etc. nicht um das 50fache vergrössert sind. Hieraus ist offenbar zu schliessen, dass die bei 50facher Vergrösserung gezeichnete Abbildung zum Zwecke der Lithographie so weit reducirt wurde, um nicht zu viel Raum einzunehmen. Bei einigermaassen unbefangener Ueberlegung musste dies auch schon daraus einleuchten, dass unter solchen Umständen Details, wie Ganglienzellen, Nervenfaserbündel etc. sichtbar wurden, die bei geringerer Vergrösserung nicht wahrzunehmen sind, — auch wäre sonst bei den Jedem bekannten Dimensionen des N. facialis gar keine Vergrösserungsangabe nöthig gewesen.

Zur Sache ist bei dieser Gelegenheit hervorzuheben, dass Bischoff die von mir angegebene Art der Verbindung des N. petrosus superfic. minor mit dem major, welche auf indirectem Wege das Ganglion oticum mit dem Ganglion geniculi in Communication setzen können, bestätigt. Er sagt dies zwar nicht ausdrüchlich, aber seine (rechtsseitige) Fig. 2

gleicht meiner (linksseitigen) Fig. 2 wie ein Spiegelbild dem wirklichen. Im Uebrigen ist die Hoffnung nicht aufzugeben, dass es dem Verfasser trotz seiner bisher vergeblichen Versuche noch gelingen werde, auch die andere Art der betreffenden Verbindung zu bestätigen, nachdem er bei den bebekannten Ganglienzellen des N. tympanicus, die er früher nicht gefunden hatte, jetzt ebenfalls zu positiven Resultaten gekommen ist.

Ueber das Budge'sche Ciliospinal-Centrum.*)

Von

Dr. **E. Salkowski** in Königsberg i/Pr.

Das Verdienst, die Abhängigkeit der Pupillenweite vom Sympathicus zuerst dargethan zu haben, gebührt Pourfour du Petit. Dieser machte schon im Jahre 1712, um eine auf Grund anatomischer Thatsachen gehegte Vermuthung zu bestätigen, dass nämlich der Sympathicus entgegen der gewöhnlichen Annahme, welche ihn vom Gehirn entspringen liess, von unten nach oben steige, die Durchschneidung desselben am Halse zwischen den beiden Cervicalganglien und sah danach ein weiteres Vorrücken des dritten Augenlides, ein Zurücktreten und Einsinken des Auges und Verengerung der Pupille auf der betreffenden Seite erfolgen. Pourfour zog daraus den Schluss, dass der Sympathicus von unten entspringe, einen Schluss, den wir jetzt nicht mehr in ganzer Ausdehnung gelten lassen können. Allen Forschern, welche Petit's Versuche wiederholten, war indessen eine andere dabei auftretende Erscheinung entgangen, die Erweiterung der Arterien nämlich und die sie begleitende Temperaturerhöhung auf der betreffenden Kopfhälfte, Thatsachen, auf welche Bernard[1]) zuerst die Aufmerksamkeit lenkte. Zahlreiche, vielfach modificirte Versuche von Brown-Séquard, Donders, Schiff[2]), Callenfels, Pflüger erhoben es weiterhin über jeden Zweifel, dass nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse eine starke Gefässinjection und Erwärmung der betreffenden Kopfhälfte, nach Reizung des obern Endes des Sympathicus

---

*) Deutsche Bearbeitung meiner Inaugural-Dissertation vom 22. Febr. 1867 „De centro Budgii ciliospinali".

[1]) Sur l'influence du système nerveux grand sympathique sur la chaleur animale. Comptes rendus. Tome 33. 1852. pag. 472.

[2]) Schiff, Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems. p. 139.

Verengerung der Arterien und Herabsetzung der Temperatur eintritt. Schon vor der Entdeckung Bernard's war Budge bei Gelegenheit einer Wiederholung der Petit'schen Versuche und bei Prüfung der Erweiterungen, die sie durch Biffi erfahren hatten, insbesondere dass Reizung des Sympathicus eine Erweiterung der Pupille zur Folge habe, auf den Gedanken gekommen, es müsse sich das Centrum für diese Erscheinung finden lassen, wenn man den Sympathicus successive tiefer und tiefer durchschneide, beziehungsweise reize. Seine Versuche führten ihn zu der Vermuthung, dass dasselbe im Rückenmarke zu suchen sei, eine Vermuthung, die bald durch directe Versuche glänzend bestätigt wurde. Er fand nämlich, dass die Verengerung der Pupille sich auch durch Zerstörung eines bestimmten Abschnittes des Rückenmarks und zwar vom letzten Halswirbel bis dritten Brustwirbel, die Erweiterung durch Tetanisirung eben dieser Stelle erreichen lasse [3]). Kurze Zeit nach der Entdeckung Bernard's traten dann Budge [4]) und Waller [5]) mit der Angabe hervor, dass die Zerstörung dieses Abschnitts des Rückenmarks auch dieselben Gefässerscheinungen zur Folge habe, wie die einfache Durchschneidung des Sympathicus. Wir wollen hier Budge's, so viel uns bekannt ist, erste Angabe darüber wörtlich anführen: „J'ai trouvé que dans la moelle épinière il y a une certaine région, dont l'extirpation augmente considérablement la chaleur de la tête. Cette région est située entre la dernière vertèbre cervicale et troisième vertèbre pectorale et ce sont le huitième nerf cervical et le premier et deuxième nerfs pectorals par lesquels ce phénomène est transmis... La région de moelle épinière ci-dessus mentionnée est la même, d'où les fibres du nerf grand sympathique dirigées vers l'iris sortent des racines antérieures (motrices) de cette région de la moelle épinière; j'ai aussi observé le même phénomène relatif à la chaleur; car si l'on coupe les racines postérieures (sensitives), la chaleur de la tête n'est pas altérée ou ne l'est que très-peu." Budge präcisirte diese Angaben noch weiter in seiner im Jahre 1855 erschienenen Schrift „über die Bewegung der Iris". Er kam in dieser zu dem Schluss, dass die pupillenerweiternden Nervenfasern und die

---

[3]) Comptes rendus. Tome 33. pag. 472.

[4]) De l'influence de la moelle épinière sur la chaleur de la tête. Comptes rendus. Tome 36. 1853. pag. 377.

[5]) Comptes rendus. Tome 36. pag. 378.

Gefässnerven für das Ohr aus dem Rückenmarke entspringen, um dasselbe gemeinsam durch die vorderen Wurzeln der beiden letzten Hals- und beiden ersten Brust-Nerven zu verlassen, und nannte diese Gegend Centrum ciliospinale inferius. Im Widerspruche mit ihm behauptete nun Bernard[6]) im Jahre 1862, dem diese Vereinfachung und Verallgemeinerung von Anfang an verdächtig vorgekommen war, dass nach Durchschneidung der beiden ersten Wurzeln des Brusttheils vom Rückenmarke am Hunde, zwar dieselben Erscheinungen am Auge eintreten, wie nach Durchschneidung des Sympathicus, nämlich: 1) un rétrécissement de la pupille; 2) une rétraction du globe oculaire dans le fond de l'orbite avec saillie de la troisième paupière au devant de l'oeil; 3) un aplatissement de la cornée et une diminution consécutive du globe de l'oeil, dagegen durchaus keine Gefässphänomene, vorausgesetzt, dass man keine Nebenverletzungen mache, die sehr leicht vorkommen könnten, und vorübergehende Erweiterungen vernachlässige, die als Reflex-Actionen aufzufassen seien. Bernard hat sich aber hiermit allein nicht begnügt, sondern durch schwierig ausführbare Experimente gezeigt, dass man andererseits die Wärmeerscheinungen am Ohre ohne alle Veränderungen am Auge erhalten könne, wenn man den Sympathicus während seines Verlaufes in der Brusthöhle durchschneide. An einem kräftigen Hunde, an welchem der Versuch besonders gut gelungen war, beobachtete Bernard den nächsten Tag am linken gesunden Ohre eine Temperatur von 34,1° C., am rechten (die operirte Seite) 38,2° C., den dritten Tag nach der Operation links 32,2, rechts 38°. An den folgenden Tagen verminderte sich indessen die Intensität dieser Erscheinungen. Bei der Autopsie zeigte sich, dass der Stamm des Sympathicus zwischen dem 2. und 3. Brustganglion vollständig durchtrennt worden war.

Bernard behauptet ferner, dass die Gefässnerven und Irisnerven sich nicht allein topographisch, sondern auch in ihren physiologischen Eigenschaften, z. B. durch ihr Verhalten bei reflectorischer Erregung unterscheiden. Wenn man nämlich irgend einen sensibeln Nerven der gesammten Körperoberfläche reize, mechanisch oder galvanisch, so erfolge eine Erweiterung beider Lidspalten und beider Pupillen, dagegen

---

[6]) Cl. Bernard, Recherches expérimentales sur les nerfs vasculaires et calorifiques du grand sympathique. Comptes rendus Tome 55. 1862. pag. 228.

beschränke[7]) sich die dabei eintretende Gefässverengerung, welche übrigens sehr bald in eine Erweiterung umsetze, auf das Gebiet des gereizten Nerven: so erweitern sich z. B. die Ohrgefässe, wenn man das centrale Ende des N. auricularis reizt, nur auf der Seite der Reizung. Aus diesen Experimenten schliesst Bernard, dass die Gefässnerven und die Pupillen-dilatirenden Nerven der Iris durchaus verschiedene seien und einen durchaus verschiedenen Verlauf nehmen, dass die sympathischen Irisnerven ihr Centrum im Rückenmark, die Nerven der Ohrgefässe, wie er durch weitere Experimente auch für sämmtliche vasomotorische Nerven zu erweisen sucht, in den Ganglien des Sympathicus haben. — Dass dieser Schluss nicht hinreichend begründet ist, leuchtet von selbst ein: bestätigen sich die Bernard'schen Beobachtungen in Bezug auf die tiefe Durchschneidung des Sympathicus, so kann man mit Recht aus ihnen schliessen, dass das Centrum für die Gefässnerven des Ohres unterhalb der Durchschneidungsstelle gelegen ist; ob aber wirklich in den Ganglien des Sympathicus, oder im Rückenmarke, oder in der Medulla oblongata — diese Frage wird durch seine Versuche offenbar gar nicht berührt. Ausserdem würde der erste von uns zugegebene Theil seines Schlusses doch immerhin nur für Hunde, an denen Bernard, wie es scheint, ausschliesslich operirt hat, Gültigkeit haben. Mir scheint es aber wenigstens durchaus nicht undenkbar, dass diese Nervenbahnen für den Hund und für das Kaninchen, an welchem letzteren Budge experimentirte, verschiedene sind. Glaubt doch Schiff[8]) sogar individuelle Verschiedenheiten bei derselben Thierspecies constatiren zu müssen, und Brown-Séquard ist ihm wenigstens in der Anerkennung der Thatsachen, welche dieser Anschauung zu Grunde liegen, gefolgt. Somit können wir den Bernard'schen Experimenten eine Beweiskraft gegen die gegentheiligen Angaben von Budge durchaus nicht zugestehen.

Schiff, der sich mit den hier berührten Fragen gleichfalls viel beschäftigt hat, wendet sich gegen einen andern Theil der Budge'schen Angaben. Budge behauptet bekanntlich, dass das Ciliospinalcentrum hinter dem Abgange des sechsten Halsnerven beginnt und vor dem Abgange des dritten Brustnerven endigt, kurzum also eine genau umschriebene Stelle im Rückenmarke einnimmt.

---

[7]) Vergl. hierüber die entgegenstehenden Angaben von Lovén, Ueber d. Erweiterung von Art. etc. Ber. d. k. sächs. Akad. d. Wiss. Mai 1866. p. 92.

[8]) Schiff, Untersuch. z. Physiolog. p. 155.

Nichtsdestoweniger, meint er[9]), sei es doch nicht ohne Beziehung zu dem vor ihm liegenden Marktheile, da es einen sichtlichen Unterschied mache, ob man das Rückenmark vor Anstellung des Versuchs am fünften Halswirbel durchschneide oder nicht. Im ersteren Fall nehme die Reizbarkeit dieses Theiles viel eher ab, als im letzteren, so dass man mitunter beobachte, wie ein Thier noch vollkommen gut athme, wie der N. sympathicus noch sehr intensiv auf die Pupille wirke, aber von dem Centrum aus keine Spur von Erfolg sich zeige, mag dasselbe noch so stark gereizt werden. In der Naturwissenschaft, führt er alsdann aus, heisse Beziehung nichts Anderes als Verbindung, und da in unserem Falle nur eine Verbindung durch Fasern die einzig denkbare sei, so lasse sich folgern, dass zwischen der vor dem Iriscentrum liegenden Markmasse und dem Centrum selbst eine Brücke sein müsse, gebildet von Fasern, und dass auf diesem Wege mächtige Anregungen dem Centrum geboten werden müssen. Ausserdem nimmt Budge nach Versuchen an Kaninchen und Fröschen an, dass in der Nähe des Hypoglossus-Ursprunges noch ein zweites oberes Centrum für den Irissympathicus vorhanden sei, dessen Fasern in den N. hypoglossus eintreten und sich durch einen Ast desselben an den Sympathicus anlegen, und nennt aus diesem Grunde das im Rückenmark liegende Iriscentrum auch ausdrücklich „Centrum ciliospinale inferius“. Dagegen findet nun Schiff[10]), dass die obere Grenze dieses Budge'schen Centrums den Ursprung der Gefässnerven sicherlich nicht, höchst wahrscheinlich auch nicht den der pupillenerweiternden Fasern bestimme. So giebt er z. B. an: „An welcher Stelle und wie hoch man auch bei Hunden das Cervicalmark einseitig durchschneidet, immer wird auf der operirten Seite grössere Wärme des Ohrs, stärkere Injection desselben, Erwärmung der Nasenschleimhaut und der Oberlippe dieser Seite entstehen, also alle Erscheinungen der gestörten Gefässthätigkeit, wie nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse, und diese Veränderungen bleiben bestehen, so lange das Thier lebt. Uebrigens habe ich auch bei Kaninchen nach Durchschneidung einer Seite des Markes zwischen dem 3ten und 4ten Halswirbel diese Injection und Erwärmung auf der Seite der Verletzung gesehen.“

Dann ferner: „Ich muss gestehen, dass, wenigstens in meinem Versuche, auch eine Verengerung der Pupille vor-

---

[9]) Budge, Ueber die Bewegung der Iris. pag. 109.

[10]) Schiff, Untersuchungen z. Physiologie des Nervens. 199.

handen war, wenn ich das Halsmark an irgend einer Stelle über dem 4. Wirbel, also über der von Budge angegebenen oberen Grenze seiner Ciliospinalgegend einseitig durchschnitt, so dass also die Ciliospinalgegend gar keine fixe obere Grenze hätte."

Diese Widersprüche, auf welche mich Herr Dr. Gruenhagen aufmerksam machte, veranlassten mich, eine neue experimentelle Prüfung der Frage vorzunehmen, um womöglich zu entscheiden, ob die Gefässnerven des Kaninchenohrs in der Medulla spinalis verlaufen und ob sie und die pupillenerweiternden Nervenfasern im Rückenmarke, oder, wie es a priori nach den Versuchen von Schiff wahrscheinlich ist, in der Medulla oblongata entspringen. Auf eine Prüfung und Wiederholung der Bernard'schen Experimente habe ich mich nicht einlassen können, weil mir das hinreichende Material dazu fehlte. Meine Versuche, so weit ich sie wenigstens hier mittheile, sind also ausschliesslich an Kaninchen gemacht.

Die im ersten Theile meiner Arbeit mitgetheilten Experimente lassen hinsichtlich der Constanz ihrer Resultate einiges zu wünschen übrig. Die Unsicherheit des Erfolgs erklärt sich aber in diesem Falle unschwer, wenn man an den ungemein grossen Blutverlust denkt, den eine Eröffnung des Wirbelkanals in solcher Ausdehnung und eine vollständige Freilegung der Rückenmarkswurzeln nothwendig zur Folge hat. Ueberdies sterben die einer schützenden Umhüllung entbehrenden, freigelegten Wurzelursprünge leicht ab, und kann somit die blosse Eröffnung des Sackes der Dura mater, die in der Mehrzahl der Versuche ausgeführt wurde, einem stets ganz zweifellosen Gelingen derselben Eintrag thun.

Ich habe mir nun die Aufgabe gestellt, 1) den Widerspruch zwischen Budge und Bernard, 2) die Vermuthung von Schiff zu prüfen, also ad 1. die Frage zu entscheiden: bewirkt die Durchschneidung der beiden letzten vorderen Hals- und ersten Brustnervenwurzeln neben der Verengerung der Pupille, die allgemein anerkannt ist, auch Gefässinjection des Ohrs, wie Budge angegeben hat, resp. die Reizung neben der Pupillendilatation Contraction der Gefässe oder nicht?

Ad 2) Ist das Centrum wirklich so beschränkt, wie Budge angiebt, liegt seine obere Grenze in der Mitte zwischen dem 6ten und 7ten Halswirbel und seine untere über dem Abgang des dritten Brustnerven, ja existirt ein solches Rückenmarkscentrum überhaupt, liegt nicht vielleicht das gesammte Centrum für die dilatirenden Fasern der Iris, wie für die Gefässe des Ohres, in der Medulla oblongata?

Meine Arbeit zerfällt sonach in zwei Theile, wobei ich jedoch bemerke, dass diese Scheidung nicht ganz strenge durchzuführen war, da ein Theil der Experimente des zweiten Theiles auch Thatsachen enthält, welche zu Gunsten der Annahme sprechen, dass die Gefässnerven des Ohres im Rückenmarke verlaufen.

Theil I. Treten die Gefässnerven des Kaninchens durch dieselben Bahnen aus dem Rückenmarke aus, wie die pupillenerweiternden Fasern?

Vorbemerkungen.

1) Die Kaninchen wurden meistens, um ihnen die Schmerzen zu sparen, durch subcutane Injection einer Lösung von essigsaurem Morphium narkotisirt. Sie vertrugen die Narkose, die übrigens meistens nur so tief war, dass die Thiere bald nach der Operation zu sich kamen, durchschnittlich sehr gut. 2) Der Blutverlust war beim Aufbrechen des Wirbelkanals in so grosser Ausdehnung, wie es zur Anstellung der Versuche erforderlich ist — man muss die Wirbelbogen des 6ten und 7ten Halswirbels, des 1ten, 2ten, 3ten, 4ten Brustwirbels fortbrechen — selbstverständlich sehr gross; Blutstillungsmittel liessen sich nicht gut anwenden, da man stets fürchten müsste, dass sie auf das Rückenmark selbst gelangen und dieses reizen oder ertödten würden. Man darf sich daher nicht wundern, wenn die Gefässinjection oft nicht so deutlich ist, wie nach einfacher Durchschneidung des Sympathicus, bei der jeder Blutverlust ausgeschlossen ist. Die Methode, die ich bei der Eröffnung des Wirbelkanals befolgte, zu beschreiben, halte ich nicht für nöthig; ich habe mich genau nach den Angaben von Budge gerichtet[11]). 3) Endlich ist noch zu erwähnen, dass man mit einem so reizbaren und in seinem Blutgehalte so grossen Schwankungen unterworfenen Körpertheil, wie das Ohr des Kaninchens, mit der grössten Vorsicht umgehen muss, um nicht Täuschungen anheim zu fallen. Die Ohren wurden daher nach Anlegung der Wunde, so weit sie nöthig war, unmittelbar bis auf die Durchschneidung der Nervenwurzeln oder Centraltheile stets einige Zeit vollständig unangetastet gelassen. Sie durch be-

---

[11]) Budge, Ueber die Bewegung der Iris. pag. 108.

sondere Apparate zu fixiren, wie es Lovén[12]) neuerdings gethan hat, ist mir nie ohne Zerrung gelungen, die entweder die Venen comprimirte oder den Zufluss des Blutes beschränkte. Schätzungen ohne exacte Messungen sind stets mit einem gewissen Grade von Unsicherheit behaftet, und es hält schwer, sich ganz von Selbsttäuschungen fern zu halten.

Experiment I.

Einem grossen, grauen Kaninchen wird, nachdem es ätherisirt, die Regio ciliospinalis des Rückenmarks freigelegt. Der Blutverlust ist sehr beträchtlich, so dass die früher strotzend gefüllten Ohren blass erscheinen. Die Reizung des Rückenmarks durch den Inductionsstrom bewirkt eine beträchtliche Erweiterung beider Pupillen, eine weitere Verengerung der an sich schon engen Ohrgefässe ist nicht mit Sicherheit zu constatiren. Auf der rechten Seite werden ohne Eröffnung des Sackes der Dura mater beide Wurzeln des 7. und 8. Halsnerven und des 1. und 2. Brustnerven durchschnitten: die Pupille derselben Seite verengt sich, die mittlere Ohrarterie ist schwach, aber deutlich gegen die andere erweitert. Darauf wird der Sympathicus derselben Seite durchschnitten, die Ohrarterie blieb unverändert. Die Durchschneidung der Wurzeln auf der linken Seite bewirkt eine schwache Erweiterung der Ohrarterie der linken Seite; die Durchschneidung des Sympathicus ändert daran nichts.

Experiment II.

An einem grossen, grauen Kaninchen, dessen Augen vorher atropinisirt worden waren, wird in Morphiumnarkose der Wirbelkanal aufgebrochen, die Regio ciliospinalis freigelegt, die beiden Wurzeln des zweiten Brustnerven der rechten Seite durchschnitten: die rechte Pupille verengt sich wenig, das rechte Ohr röthet sich vorübergehend, ebenso nach Durchschneidung der Wurzeln des ersten Brustnerven. Nach Durchschneidung der Wurzeln des 7. und 8. Halsnerven injicirt sich das rechte Ohr stark, wird erheblich wärmer, wie das linke. Die Durchschneidung des Sympathicus hat keine erhöhte Injection zur Folge.

Experiment III.

Kleines, graues Kaninchen. — Morphiumnarkose. — Der Wirbelkanal in der erforderlichen Ausdehnung eröffnet, die

---

[12]) Lovén, Ueber die Erweiterung von Arterien in Folge einer Nervenerregung. Berichte der königl. sächs. Gesellschaft d. Wissenschaften. 30. Mai 1866. pag. 92.

Dura mater durchschnitten. Auf der linken Seite werden die hinteren Wurzeln der beiden letzten Halsnerven und beiden ersten Brustnerven durchschnitten: kein Erfolg, das linke Ohr bleibt ungeändert. Darauf werden beide Wurzeln der bezeichneten Nerven auf der rechten Seite durchschnitten: starke Injection des Ohrs, die durch die Durchschneidung des Sympathicus am Halse nicht weiter gesteigert wird. Die Durchschneidung der vorderen Wurzeln auf der linken Seite hat eine starke Injection des linken Ohrs zur Folge, anfangs stärker, wie rechts, dann beiderseits gleich.

Experiment IV.

Kleines, weisses Kaninchen. Morphiumnarkose. Eröffnung des Canalis spinalis und des Sackes der Dura mater in der erforderlichen Ausdehnung, starke Blutung. Durchschneidung der hinteren Wurzeln des 7. und 8. Halsnerven und 1. und 2. Brustnerven rechts: kein Erfolg; dasselbe geschieht an den vorderen Wurzeln: deutliche Verengerung der Pupille; die Ohrarterie, links unsichtbar, erscheint rechts als rother Streifen. Das Thier stirbt in Folge des Blutverlustes.

Die Experimente XIII., XIV., XIX. und andere gehören ebenfalls theilweise hierher; ich ziehe es jedoch vor, sie im zweiten Theile zu beschreiben.

Aus den vorstehenden Experimenten glaube ich mich zu dem Schlusse berechtigt, dass die Gefässnerven des Kaninchenohres aus dem Rückenmark stammen und aus diesem auf denselben Bahnen, wie die pupillendilatirenden Fasern austreten, wie Budge behauptet hat. Sie verlassen es wahrscheinlich sämmtlich auf diesen Bahnen, weil die Injection der Gefässe, welche einer Durchschneidung derselben folgt, durch nachträgliche Durchschneidung des Sympathicus nicht weiter gesteigert wird. Bernard's Behauptung, dass der Sympathicus das selbstständige Centralorgan für die vasomotorischen Nerven sei, scheint mir sonach, wenigstens für die Gefässe des Kaninchenohres, irrig zu sein.

Theil II. Giebt es ein Centrum ciliospinale im Rückenmarke?

Vorbemerkungen.

1) Wenn man einen sichern Maassstab über Erweiterung und Verengerung der Pupille nach Reizung resp. Lähmung des Sympathicus haben will, muss man die Augen stets atropinisiren, um den Einfluss des Lichtes, das sich nicht immer auf beide Augen gleichmässig vertheilen lässt, sowie

willkürliche von verschiedenen Accommodationszuständen abhängende Veränderungen auszuschliessen. Ich habe stets darauf geachtet, dass die Pupillen gegen Licht nicht mehr reagirten. Die Atropinisirung selbst führte ich in der Regel so aus, dass ich ein minimales Krystallchen von schwefelsaurem Atropin in das Auge brachte und dann in einer Spur destillirten Wassers löste. In Bezug auf die Wirkung des Atropins schliesse ich mich der Ansicht des Herrn Dr. Gruenhagen an, dass dasselbe den Sphincter iridis hauptsächlich durch Lähmung der Oculomotorius-Ausbreitung ausser Thätigkeit setzt, den Dilatator dagegen, wenn wir den erweiternden Muskelapparat der Pupille der Kürze wegen so nennen sollen (mag er nun ein eigner Muskel sein oder Gefässmuskulatur) nicht afficirt. Den Einfluss des Sphincter halte ich demnach in unseren Experimenten für ausgeschlossen, und kann somit für die meisten hier in Betracht kommenden Fälle sicher sein, dass eine beim Experiment erhaltene Verengerung zunächst vom Nachlass irgend welcher sympathischen Erregung abhängt und nicht von einer Contraction des Sphincter. — Ich habe an manchen Stellen Zahlenwerthe für die Pupillenweite angeführt, sie wurden durch Messungen mit dem Tasterzirkel gewonnen. Ich lege auf die Zahlen keinen grossen Werth, da die Messungen immer mehr oder weniger unsicher ausfallen. Einmal befindet sich nämlich ein brechender Körper mit convexer Oberfläche zwischen dem zu messenden Objecte und den Zirkelspitzen, andererseits darf man die Zirkelspitzen auch nicht wohl direct an das Auge anlegen. Immerhin aber zeigen sie, dass Differenzen messbar sind.

2) Die Durchschneidung des Rückenmarks habe ich vorgenommen, ohne die Wirbelsäule zu verletzen. Man durchschneidet zu diesem Zweck nach Anlegung des Hautschnittes die Muskulatur zwischen den Dornfortsätzen und das Ligamentum intercrurale. Das Rückenmark liegt dann frei und kann mit grosser Sicherheit mittelst einer Staarnadel oder einem kleinen Messer halbseitig durchschnitten werden. Bei einiger Uebung kann man sich sogar die Freilegung des Rückenmarks ersparen, indem man einfach das Messer zwischen den Dornfortsätzen in der Mittellinie in die Tiefe senkt und nach einer oder der andern Seite auszieht. Weit schwieriger, als am Halsmark und nicht mit gleicher Sicherheit ist das Verfahren am Brustmarke. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass ich mich stets durch die Section überzeugt habe, ob die beabsichtigte Verletzung wirklich rein ausgeführt worden war oder nicht. — Der Blutverlust ist bei der Operation meistens

unbedeutend, wenigstens lässt er sich durch Unterbindung grösserer Gefässe und durch kaltes Wasser in Schranken halten.

3) Reizungsversuche des Rückenmarks geben nicht immer ganz constante Resultate; es bleibt mitunter eine sonst beobachtete Wirkung aus, ohne dass sich ein haltbarer Grund dafür auffinden lässt[13]); es liegt dies eben daran, dass unsere Versuchsmethoden gegenüber einem so complexen und zart gebauten Organe, wie das Rückenmark, doch immerhin sehr grob sind.

4) Ich habe die Kaninchen meist mit Curare vergiftet und die künstliche Respiration eingeleitet, um den sonst bei elektrischer Reizung des Rückenmarks eintretenden allgemeinen Muskelkrampf und seine unangenehmen Nebenwirkungen auszuschliessen, theilweise auch noch zu einem andern Zweck, wie sich weiter unten ergeben wird.

Experiment V.

Grosses, schwarzes Kaninchen. Morphiumnarkose, Atropin-Instillation in den Conjunctivalsack; die Pupillen auf Licht reactionslos. Die Weichtheile werden über den letzten Hals- und ersten Brustwirbeln entfernt; ziemlich lebhafte Blutung, Ohrgefässe eng. Das Rückenmark wird zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel quer durchschnitten: stärkere Injection, das periodische An- und Abschwellen der Ohrgefässe hat vollständig aufgehört, die Pupillen wenig enger wie vorher. Durchschneidung des Sympathicus am Halse rechts ohne weitern Einfluss; der Wirbelkanal wird aufgebrochen, die Wurzeln des 7ten u. 8ten Halsnerven und 1ten u. 2ten Brustnerven linkerseits durchschnitten, keine Zunahme der Injection. Beide Ohren erscheinen gleich und bleiben dauernd geröthet und warm.

Experiment VI.

Kleines, graues Kaninchen, ziemlich bedeutende Blutung bei Durchtrennung der Weichtheile. Das Rückenmark zwischen 3tem und 4tem Halswirbel rechtsseitig quer durchschnitten. Das rechte Ohr erscheint gleich darauf strotzend mit Blut angefüllt, das periodische Anschwellen der mittleren Ohrarterie

---

[13]) Vergl. Ludwig u. Thiry, Ueber den Einfluss des Halsmarkes auf auf den Blutstrom. Sitzungsberichte d. Kais. Akad. d. Wissensch. z. Wien. Bd. XLIX. Separatabd. pag. 3.

hat vollständig aufgehört, das linke Ohr ist blass. Das Thier ziemlich matt. Die Temperatur der Ohren:

	rechts	links
10 Minuten nach der Operation	31,1 ⁰ C.	— 26 ⁰
30 „ „ „ „	29 ⁰	— 24 ⁰
6½ Stunden „ „ „	26,2 ⁰	— 21 ⁰
22 „ „ „ „	das Thier ist gestorben,	

die mittlere Arterie am linken Ohr kaum zu sehen, am rechten noch mit Blut erfüllt.

Experiment VII.

Kleines, graues Kaninchen. Morphiumnarkose, Atropin-Instillation; die Pupillen reagiren nicht gegen Licht; Ohren beiderseits blass und kühl. Nach Anlegung der Wunde in den Weichtheilen unmittelbar bis zur Durchschneidung des Rückenmarkes hatte das Thier eine Viertelstunde unberührt gelegen. Rechtsseitige Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 5tem und 6tem Halswirbel; geringe Blutung. Nach der Durchschneidung füllt sich das rechte Ohr strotzend mit Blut und wird erheblich wärmer wie das linke, das rhythmische An- und Abschwellen der Gefässe hat vollständig aufgehört. Schon nach einigen Minuten geht die Injection etwas zurück, erreicht aber sofort ihre frühere Höhe, nachdem der Act der Durchschneidung wiederholt worden ist. Nach einigen Minuten Temperatur rechts 30,5 ⁰, links 26⁰. Nach circa einer halben Stunde war das Ohr wieder blass geworden, die Manipulation der Durchschneidung wird nochmals wiederholt. Unmittelbar darauf Temperatur rechts 30,5⁰, links 27⁰. Die Injection und Wärmezunahme des rechten Ohres ist jetzt bis zu Ende des Versuches dauernd. Die Pupillen waren vor der Operation gleich weit, nach derselben verengte sich die rechte wenig. Das Thier wird mit Curare vergiftet, die künstliche Respiration eingeleitet. Bei Sistirung der Athmung erweitert sich die linke Pupille, während die rechte unverändert bleibt. Die Ohren nehmen eine bläuliche Färbung an. Die Respiration wird wieder eingeleitet, die linke Pupille wird wieder enger, die Ohren nehmen wieder eine hellrothe Farbe an. Die Athmung wird nochmals sistirt; die rechte Pupille bleibt unverändert, die linke wird weiter.

Experiment VIII.

Kleines, schwarzes Kaninchen. Morphiumnarkose. Atropinisirt. Pupillen reactionslos. Nach Anlegung der Hautwunde beide Ohren gleich blass, ihre Temperatur 27½ ⁰ C. Pupillen beiderseits gleich, senkrechter Durchmesser 8 Millimeter. Rechtsseitige Durchschneidung der Medulla spinalis

zwischen dem 3ten und 4ten Halswirbel, geringe Blutung: das rechte Ohr füllt sich strotzend mit Blut, wird erheblich wärmer, Temperatur: rechts 31,2 °, links 27 °. Sie bleibt unverändert bis zum Ende des Versuchs. [Das Vorderbein der linken Seite contrahirt und kaum zu strecken, auch das linke Hinterbein etwas steif — Reizung der Muskelnervenwurzel [14]).] Pupillen 5 Minuten nach der Operation senkrechter Durchmesser links 8 Mm., rechts 7 Mm., nach 1 Stunde 10 Minuten links 8 Mm., rechts $6^1/_2$ Mm. Das Thier wird mit Curare vergiftet, künstliche Respiration eingeleitet. Bei Sistirung derselben bleibt die rechte Pupille unverändert, die linke erweitert sich sehr wenig. Die Respiration wird wieder eingeleitet, der Versuch wiederholt, kein evidenter Erfolg. Reizung des Rückenmarks oberhalb der Schnittstelle und unterhalb derselben im Centrum ciliospinale hat ebenso wenig Erfolg, wie die des Sympathicus am Halse, die Curare-Lähmung ist also schon auf diesen fortgeschritten.

Experiment IX.

Kleines, schwarzes Kaninchen. — Morphiumnarkose. Atropin, Pupillen auf Licht reactionslos. Nach Anlegung der Hautwunde beide Ohren blass und kühl, die Pupillen gleich weit. Linksseitige Durchschneidung der Medulla spinalis zwischen 3tem und 4tem Halswirbel: starke Röthung des linken Ohrs, dasselbe ist dem Gefühl nach beträchtlich wärmer. Pupillendurchmesser:

links vertical 8 Mm. horizontal 7,7 Mm.
rechts vertical 8,4 Mm. horizontal 8 Mm.

Vergiftung mit Curare, künstliche Respiration. Bei Sistirung derselben wird die rechte Pupille weiter, die linke bleibt unverändert. Reizung des Rückenmarks durch den Inductionsstrom mit Hülfe eingesenkter Nadeln oberhalb des Schnittes: die rechte Pupille dilatirt sich, die linke bleibt unverändert. Reizung in der Regio ciliospinalis: beide Pupillen erweitern sich, die Ohrgefässe contrahiren sich beiderseits.

Experiment X.

Grosses, graues Kaninchen. Morphiumnarkose. Pupillen durch Atropin ad maximum dilatirt, gleich weit, reactionslos. Bei Anlegung der Haut- und Muskelwunde ziemlich starke Blutung, beide Ohren wenig gefüllt, ziemlich kühl. Rechtsseitige Durchschneidung der Medulla spinalis zwischen 2tem und 3tem Halswirbel: das rechte Ohr injicirt sich strotzend, die Pupille nicht merklich verengt. Nach einigen Minuten hat die Injection nachgelassen, endlich verschwindet sie ganz. Die

[14]) Schiff, Untersuchungen etc. pag. 205.

Durchschneidung wird an derselben Stelle wiederholt, die Injection erscheint wieder, lässt jedoch auch jetzt schnell nach. Jedesmal, wenn man mit der Nadel die durchschnittene Stelle berührt, nimmt die Röthung des Ohrs für wenige Augenblicke erheblich zu. Das Thier wird mit Curare vergiftet, künstliche Respiration. Bei Sistirung der Athmung erweitern sich beide Pupillen. Das Rückenmark wird jetzt zwischen 3tem und 4tem Halswirbel rechtsseitig durchschnitten. Das rechte Ohr injicirt sich stark und dauernd. Bei Sistirung der Athmung erweitert sich jetzt nur die linke Pupille, die rechte dagegen bleibt unverändert. Der Versuch wird nochmals mit constantem Erfolge wiederholt. Die Section zeigt, dass die Durchschneidung zwischen 2tem und 3tem Halswirbel ganz unvollständig, zwischen 3tem und 4tem vollständig gelungen war.

Experiment XI.

Kleines, graues Kaninchen. Morphiumnarkose. Atropin. Die Pupillen gleich weit, auf Licht reactionslos. Die Atlanto-Occipital-Membran blossgelegt und eingeschnitten; der Liquor cerebrospinalis fliesst ab. Trachealfistel angelegt. Das linke Ohr ist etwas stärker gefüllt und wärmer wie das rechte. Das Rückenmark wird zwischen Atlas und Hinterhaupt mit einer Nadel rechtsseitig durchschnitten. Das rechte Ohr füllt sich strotzend mit Blut, das linke bleibt unverändert. Nach einiger Zeit hat die Injection nachgelassen, die rechte Pupille ist etwas weiter geworden, jedoch immer noch viel enger, wie die linke. Die Manipulation der Durchschneidung wird wiederholt, das Ohr füllt sich wieder stärker und jetzt bleibend; Temperatur rechts 31,3°, links 27,5°. Die Pupille bleibt wie vorhin. Das Thier wird mit Curare vergiftet, die künstliche Respiration eingeleitet, dann unterbrochen: die linke Pupille erweitert sich, die rechte bleibt unverändert. Der Versuch wird mehrmals stets mit demselben Erfolg wiederholt. Die Medulla spinalis an der bezeichneten Stelle jetzt auch linkerseits durchschnitten: die linke Pupille verengt sich stark, doch lässt die Verengung nach einiger Zeit nach. Sistirung der Athmung bleibt ohne Einfluss auf beide Pupillen. Elektrische Reizung des Rückenmarks durch 2 in die Regio ciliospinalis eingesenkte Nadeln: beide Pupillen erweitern sich, die Ohrgefässe contrahiren sich auf beiden Seiten. Die nachträgliche Durchschneidung des Sympathicus ändert weder an der Weite der Pupille, noch an der Gefässinjection irgend etwas.

Experiment XII.

Bei einem kleinen Kaninchen wird die Membrana atlanto-occipitalis postica in ihrer ganzen Ausdehnung freigelegt: starke

Blutung; beide Ohren sehr blass, Temperatur 24,5°. Die Membran wird eingeschnitten, der Liquor cerebrospinalis entleert sich. Die Medulla spinalis hart am Atlas auf der linken Seite durchschnitten: das linke Ohr füllt sich strotzend und wird erheblich wärmer. Temperatur links 28,5°, rechts 24°. Die linke Pupille verengt sich ausserordentlich stark (bis auf 3 Mm.), die rechte bleibt unverändert. Die Injection des linken Ohrs lässt in einigen Minuten sehr nach, das Thier bekommt Dyspnoe und stirbt plötzlich. Die Section zeigt die Medulla oblongata nur unvollständig halbseitig durchgeschnitten, ein kleiner Rest von weisser Substanz ist links an der Mittellinie noch undurchschnitten geblieben.

Experiment XIII.

Mittelgrosses, graues Kaninchen atropinisirt; die Pupillen beiderseits gleich weit, gegen Licht reactionslos; mit Curare vergiftet; künstliche Respiration. Nach Durchschneidung der Weichtheile wird eine Nadel durch die Atlanto-Occipital-Membran in die Medulla oblongata eingestossen (sie sass, wie die Section zeigte, nicht genau in der Mittellinie, sondern rechts davon), eine zweite Nadel zwischen Epistropheus und drittem Halswirbel. Reizung durch den Inductionsstrom bewirkt Erweiterung beider Pupillen. Diese Erscheinung wird indessen gestört durch eine sehr bald eintretende erhebliche Verengerung zuerst der linken, dann der rechten Pupille, die in circa einer halben Stunde fast vollständig zurückgeht. Die ziemlich stark gefüllten Ohrgefässe verengten sich während der Reizung zu völligem Verschwinden. Die Reizung wird mehrmals wiederholt, nicht immer mit ganz evidentem Erfolg; mitunter erweiterte sich vorwiegend die eine Pupille, dann beim nächsten Versuche vorwiegend die andere. Das Rückenmark wird nun zwischen dem 3ten und 4ten Halswirbel linksseitig durchschnitten, die Reizung durch die Nadeln oberhalb fortgesetzt, die linke Pupille bleibt constant unverändert, die rechte erweitert sich bald mehr bald weniger erheblich, am stärksten, wenn vor der neuen Reizung einige Zeit verflossen war. Die Ohrgefässe verengten sich auch jetzt noch auf beiden Seiten. Darauf wurden zwei Nadeln in die Regio ciliospinalis eingesteckt. Reizung dieses Theiles des Rückenmarks ruft Erweiterung beider Pupillen und beiderseitige Verengerung der Ohrgefässe hervor.

Experiment XIV.

Kleines, weisses Kaninchen, atropinisirt, Pupillen ad maximum dilatirt, beiderseits gleich weit. Eine Nadel in die Membrana atlanto-occipitalis postica, eine andere zwischen

Epistropheus und dem 3ten Halswirbel eingestossen. Die darauf eintretende Verengerung beider Pupillen ist nicht so erheblich wie im vorigen Falle, auch lässt sie schneller nach. Vergiftung mit Curare, künstliche Respiration. Auf elektrische Reizung erfolgt beiderseits Erweiterung der Pupille und Verengerung der Ohrgefässe. Das Rückenmark wird jetzt zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel linksseitig durchschnitten, der Versuch wiederholt: die rechte Pupille erweitert sich, die linke bleibt jetzt unverändert; dagegen bewirkt Reizung des Rückenmarks unterhalb des Schnittes mit Hülfe eingesenkter Nadeln beiderseits Erweiterung. Das Rückenmark wird jetzt an der bezeichneten Stelle vollständig quer durchschnitten. Die Erweiterung bleibt bei Reizung oberhalb des Schnittes jetzt beiderseits aus, bei Reizung unterhalb desselben tritt sie beiderseits ein. Die künstliche Respiration wird ausgesetzt, die Pupillen bleiben unverändert.

Experiment XV.

Grosses, schwarzes Kaninchen. Morphiumnarkose, Pupillen durch Atropin ad maximum dilatirt, reactionslos. Beide Ohren nach Durchschneidung der Haut und Muskulatur blass und kühl. Rechtsseitige Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 5tem und 6tem Brustwirbel, weder die Ohren noch die Pupillen zeigen irgend eine Veränderung. — Vergiftung mit Curare. Bei Aufhebung der künstlichen Respiration erweitern sich beide Pupillen gleichmässig. Reizung oberhalb des Schnittes. Erweiterung beider Pupillen. Die Section zeigt, dass die Durchschneidung vollständig gelungen war.

Experiment XVI.

Kräftiges Kaninchen. Morphiumnarkose. Atropin-Instillation: Pupillen ad maximum erweitert, reactionslos. Beide Ohren vor Beginn des Versuchs injicirt und heiss, nach Durchschneidung der Haut und Muskulatur in Folge der Blutung bedeutend blasser. Rechtsseitige Durchschneidung des Rückenmarks zwischen dem 4ten und 5ten Brustwirbel. Weder an den Ohren noch an der Pupille ist eine Veränderung zu constatiren. Dann wird das Rückenmark zwischen dem 3ten und 4ten Brustwirbel auf der rechten Seite durchschnitten: das rechte Ohr injicirt sich lebhaft. Temperatur rechts 32,1 ^{0}, links 28 ^{0} C. Die Pupille nicht merklich verengt. Nach 2 Stunden ist die Injection völlig verschwunden, das Thermometer zeigt auf beiden Seiten 29,5^0. Das Thier wird mit Curare vergiftet, die künstliche Respiration eingeleitet. Bei Sistirung der Athmung erweitern sich beide Pupillen. Die Erscheinungen bleiben

ungeändert, nachdem noch ein halbseitiger Schnitt zwischen 2tem und 3tem Brustwirbel angelegt worden war.

Experiment XVII.

Mittelgrosses Kaninchen. Morphiumnarkose. Atropinisirt. Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 4tem und 5tem Brustwirbel auf der linken Seite: kein Erfolg. Dann zwischen 3tem und 4tem: starke Röthung des linken Ohrs, dasselbe ist beträchtlich wärmer, die Pupillen gleich weit. Nach circa $^1/_2$ Stunde ist die Injection völlig verschwunden; die Manipulation der Durchschneidung wird wiederholt, das Ohr röthet sich wieder, jedoch nur auf kurze Zeit. Durchschneidung zwischen 3tem und 4tem Halswirbel linksseitig: dauernde Injection, eine Verkleinerung der Pupille ist nicht zu bemerken. Das Thier wird mit Curare vergiftet. Bei Sistirung der künstlichen Athmung bleibt die linke Pupille unverändert, die rechte erweitert sich deutlich. Eine Nadel wird zwischen Atlas und Hinterhaupt, eine zweite zwischen 2tem und 3tem Halswirbel eingestossen. Die rechte Pupille verengt sich auffallend stark, so dass sie jetzt beträchtlich enger ist, wie die linke. Die Verengerung gleicht sich in circa 20 Minuten aus. Bei der galvanischen Reizung des Rückenmarks oberhalb des Schnittes erweitert sich die rechte Pupille deutlich, die linke bleibt constant unverändert.

Experiment XVIII.

An einem Kaninchen wird erst der eine, dann der andere N. auricularis posterior freigelegt und je ein centrales Ende desselben jedes für sich nach vorgängiger Durchschneidung tetanisirt. Das Thier schreit lebhaft, beide Pupillen werden dabei deutlich weiter. Auf der gereizten Seite erweitern sich die Ohrarterien [15]) nach momentaner Contraction sehr erheblich, so dass sie strotzend gefüllt erscheinen. Die Erscheinung bleibt ungeändert, nachdem beide Augen atropinisirt sind, nur ist hier die Erweiterung verhältnissmässig geringer und schwerer zu beobachten. Nach der Vergiftung mit Curare ist die Erweiterung zwar anfangs auch noch vorhanden, aber sehr schwach, später nicht mit Sicherheit zu beobachten.

Experiment XIX.

Bei einem Kaninchen wird der N. dorsalis pedis freigelegt und das centrale Ende nach der Durchschneidung tetanisirt. Das Thier schreit lebhaft, beide Pupillen erweitern sich. Die neben dem N. dorsalis pedis verlaufende A. saphena erweitert sich ebenfalls stark nach momentaner Zusammenziehung. Das Rückenmark wird auf der rechten Seite zwischen dem 5ten und

---

[15]) Vgl. Lovén, l. c.

6ten Halswirbel durchschnitten. Beide Ohren injiciren sich strotzend, aber schon nach wenigen Minuten ist die Anfüllung des linken Ohrs vollständig zurückgegangen, die des rechten dagegen unverändert geblieben. Das rechte Ohr ist beträchtlich wärmer wie das linke. Die rechte Seite des Thieres ist vollständig gelähmt und scheinbar hyperästhetisch. Schmerzhafte Reizung des Auricularnerven hat nur auf der linken Seite Erweiterung der Pupille, Reizung des centralen Stumpfes des N. dorsalis pedis auf beiden Seiten ebenfalls nur Erweiterung der linken Pupille zur Folge.

Experiment XX.

Kleines, weisses Kaninchen; beide Ohren blass. Das Rückenmark wird zwischen 5tem und 6tem Halswirbel linksseitig durchschnitten, das linke Ohr erfüllt sich strotzend mit Blut, während das rechte nach wenigen Augenblicken blass und kalt erscheint. Temperatur des linken Ohrs 10 Minuten nach der Operation 34,5° C., das rechte 29,5°. 2 Stunden 30 Minuten nach der Operation links 30° C., rechts 30°. 7 Stunden nach der Operation links 35°, rechts 30,2°. Die Iris der linken Seite röthlich weiss, der rechten rein weiss. Die Randgefässe der linken weit stärker angefüllt, wie der rechten (gesunde Seite). Der N. dorsalis pedis auf beiden Seiten freigelegt und durchschnitten. Bei schmerzhaft empfundener Reizung des centralen Stumpfes erweitert sich nur die rechte Pupille, nicht die linke; die neben dem Nerven verlaufende A. saphena erweitert sich jedesmal erheblich.

Experiment XXI.

Bei einem weissen Kaninchen mit atropinisirten Augen wird der Sympathicus auf der rechten Seite blossgelegt und das Ganglion cervicale supremum durch einen kräftigen Zug mit der Pincette ausgerissen. Die Pupille verengt sich, die Conjunctivalgefässe füllen sich auf der verletzten Seite stärker, eine Injection der Iris ist dagegen nicht zu constatiren. Die Hautwunde am Halse wird geschlossen, das Thier sich selbst überlassen. Nach 5 Stunden erscheinen die Conjunctivalgefässe noch stärker erfüllt, die Gefässe der Iris aber unverändert. Es lag die Vermuthung nahe, dass die Ausdehnung derselben durch den starken intraocularen Druck verhindert werde, das Auge wurde demgemäss punctirt, und der Humor aqueus entleert. Die Gefässe der Iris erweiterten sich jetzt bald beträchtlich, allein ein Gegenversuch zeigte, dass dieses auch am gesunden Auge eintrat, wenn man es punctirte. Die mittlere Ohrarterie war bald nach der Operation auf der verletzten Seite stark ausgedehnt, namentlich im unteren Theile,

der obere hatte nur wenig an Weite zugenommen. Das rechte Ohr ist beträchtlich wärmer, wie das linke. Nach 24 Stunden hat die Gefässinjection des rechten Ohres erheblich nachgelassen. Am linken Auge ist die Injection ganz geschwunden, am rechten besteht sie fort. Die Iris ist auf der linken Seite rein weiss, auf der rechten erscheint sie röthlich weiss, sowohl die Randgefässe wie die radiären Gefässe derselben sind erweitert. Um den Gegenversuch zu machen, wird nun der linke Sympathicus zwischen den beiden Halsganglien durchschnitten und tetanisirt: die Pupille erweitert sich, die Irisgefässe contrahiren sich bis zum Verschwinden; sobald der Strom unterbrochen wird, füllen sie sich auf's Neue. Namentlich ist die Wiederanfüllung der circulären und radiären grösseren Gefässe der Iris bei Unterbrechung der Reizung mit Hülfe einer Loupe sehr leicht und überzeugend zu beobachten. Macht man den Versuch im directen Sonnenlicht, so sieht man die Irisgefässe sich weniger stark contrahiren, entsprechend der geringen Erweiterung der Pupille.

Experiment XXII.

An einem Kaninchen wird auf der linken Seite ein Stück des Sympathicus zwischen den beiden Cervicalganglien excidirt; das linke Ohr injicirt sich lebhaft, seine Temperatur einige Zeit nach der Operation 36,3°, die des rechten 32,3°. Auf der rechten Seite wird jetzt das Rückenmark zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel durchschnitten: das rechte Ohr füllt sich strotzend mit Blut. Temperatur $^1/_2$ Stunde nach dieser Operation links 33,5°, rechts 34,5°. 7 Stunden nach der zweiten Operation fand ich das Thier sehr matt, auf einer Seite liegend. Die Temperaturmessung der Ohren ergab links 25,2°, rechts 25°.

Die vorstehenden Experimente führen mich zu folgenden Schlüssen.

1) Die Gefässnerven des Kaninchenohres verlaufen im Rückenmarke, denn Durchschneidung gewisser Wurzeln desselben sowie des Rückenmarkes selbst hat Erhöhung der Wärme des Ohres zur Folge, die durch Durchschneidung des Sympathicus nicht vermehrt wird, elektrische Reizung des Rückenmarkes an bestimmten Abschnitten dagegen Verengerung der Ohrarterien (Exp. XIII. XI. IX.). Somit ist Bernard's Behauptung, dass die Ganglien des Sympathicus als Centra der Gefäss-Nerven anzusprechen seien, für die Gefässnerven des Kaninchen-Ohres sicher nicht richtig. Sie entspringen oberhalb der von

Budge angegebenen Grenze (zwischen dem 6ten und 7ten Halswirbel), denn, wenn man das Rückenmark zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel halbseitig (Exp. VII. XIX. XX.) oder ganz durchschneidet, so wird das Ohr derselben Seite, resp. beide Ohren dauernd wärmer. Dasselbe tritt auch ein, wenn man den Schnitt zwischen 3ten und 4ten Halswirbel legt (Exp. VI. VIII. IX. X.). Sie entspringen wahrscheinlich in der Medulla oblongata, denn halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks hart über dem Atlas bewirkt deutliche Gefässinjection auf derselben Seite (Exp. XI. u. XII.); Reizung des obersten Halsmarkes[16]) bringt die Gefässe zur Contraction (Exp. XIII. u. XIV.). In dem 13ten Versuch bewirkte elektrische Reizung oberhalb des halbseitig angelegten Schnittes zwischen dem 3ten und 4ten Halswirbel noch Contraction der Ohrgefässe beider Seiten. Will man nicht annehmen, dass ein Theil der Gefässnerven das Rückenmark noch oberhalb des 4ten Halswirbels verlässt, wogegen die anderen Experimente entschieden sprechen, so bleibt nur die Erklärung übrig, dass diese unerwartete Erscheinung auf Stromschleifen beruht hat. Auffallend bleibt dabei allerdings, dass diese Nebenströme nicht auch in demselben Experimente die pupillenerweiternden Fasern erregten und in dem Experiment XIV. die Gefässnerven des Ohres. In mehreren Versuchen war die Injection nicht dauernd, sondern liess nach einiger Zeit nach; dafür lassen sich zwei Erklärungen geben: einmal kann die Durchschneidung unvollständig gewesen und dann durch Wiederholung der Manipulation vervollständigt sein, andererseits kann die vorübergehende Gefässerweiterung auf einer Reizung gefässerweiternder Fasern beruhen. Die erste Erklärung wird auf die Fälle passen, in denen die Injection nach Wiederholung der zur Durchschneidung erforderlichen Manipulation dauernd blieb (Exp. VII. u. XI.) oder in denen die Section, ohne dass die Durchschneidung wiederholt war, nachwies, dass die Durchtrennung nicht vollständig gelungen war. Man kann dann annehmen, dass anfangs, da nur ein Theil der Gefässnerven durchschnitten worden war, eine partielle Gefässlähmung eingetreten ist, dann aber die noch übrigen Fasern vicariirend gewirkt haben (Exp. XII.). Andererseits war in einzelnen Fällen die Zunahme der Injection für wenige Augenblicke unzweifelhafte Reizungserscheinung, so in dem Versuch X., wo jede Berührung des Rückenmarks die Röthung des Ohres sofort momentan erheblich steigerte, so ferner in den Experimenten XVI. und XVII. und in dem Experiment XII., wo anfangs, jedoch ganz vor-

---

[16]) Vgl. Ludwig u. Thiry l. c.

übergehend, beide Ohren geröthet waren; die Gefässerweiterung ist hier wohl als Reflexwirkung (Lovén) bei Erregung sensibler Fasern aufzufassen; ja vielleicht gehört ein Theil der unmittelbar nach der Durchschneidung auftretenden Gefässdilatation stets einer solchen an, und erscheint demnach die Vorsicht, Temperaturmessungen erst einige Zeit nach der Verletzung vorzunehmen, jedenfalls angemessen. Die Gefässnerven verlassen das Rückenmark durch die von Budge angegebenen Wurzeln; denn Durchschneidung zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel hat dauernde Injection zur Folge, was nicht der Fall sein könnte, wenn ein grösserer Theil dieser Fasern noch oberhalb das Rückenmark verliesse. Dagegen spricht nur der eine Versuch XIII., den man wohl durch Stromschleifen erklären kann. Die untere Grenze liegt, wie Budge angegeben hat, über dem Abgange des 3ten Brustnerven, und sehen wir demgemäss, dass Durchschneidung zwischen dem 5ten und 6ten Brustwirbel keinen sichtlichen Einfluss auf die Weite der Ohrgefässe hat und dass derselbe auch bei der Durchschneidung zwischen 3tem und 4tem ganz vorübergehend ist. (Exp. XV., XVI., XVII.)

2) Die Erweiterung der Pupille bei der Curarevergiftung und Sistirung der künstlichen Respiration beruht auf der reizenden Wirkung, welche die im Blute angehäufte Kohlensäure auf die pupillenerweiternden Fasern ausübt. Sie geht wieder zurück, sobald man durch Erneuerung der Luftzufuhr das circulirende Blut des Kohlensäure-Ueberschusses beraubt. Diese erregende Wirkung betrifft aber keineswegs die periphere Ausbreitung jener Nerven, sondern geht von dem Centrum für die pupillenerweiternden Nervenfasern aus, welches durch die Kohlensäure (resp. den Mangel an Sauerstoff, was wir hier in suspenso lassen) erregt wird. Die Erweiterung bleibt somit auf einer Seite aus, wenn man auf dieser den Zusammenhang zwischen der Iris und ihrem Nerven-Centrum unterbricht, während sie auf der andern Seite unter den angegebenen Verhältnissen unverändert zum Vorschein kommt. Es muss sich also auf diesem Wege das Centrum der Irisnerven bestimmen lassen. Die Erweiterung bleibt nun einseitig aus, wenn man auf der einen Seite das Rückenmark zwischen 5tem und 6tem Halswirbel durchschneidet (Exp. VII.), resp. auf beiden Seiten, wenn man dasselbe ganz quer durchschneidet; sie bleibt ferner aus, wenn man den Schnitt zwischen den 3ten und 4ten Halswirbel legt (Exp. IX. und X.), sie bleibt endlich aus, wenn man das Rückenmark zwischen Hinterhaupt und Atlas durchschneidet (Exp. XI.). Daraus folgt, dass das

Centrum über dem ersten Halswirbel liegt. Durchschneidet man ferner das Rückenmark über dem 6ten Halswirbel oder über dem 4ten oder endlich über dem Atlas, so tritt eine Verengerung der Pupille auf dieser Seite ein, es sind also in jedem Falle die Fasern, durch die jene dauernde geringe Erregung vermittelt wird, die wir Tonus nennen, von ihrem Centrum getrennt. Reizt man das Rückenmark elektrisch über der obern Grenze des Budge'schen Ciliospinalcentrums mittelst zweier in dasselbe eingesenkter Nadeln, so erweitern sich beide Pupillen, und diese Wirkung beruht nicht auf Stromschleifen, welche indirect das Centrum ciliospinale in Erregung versetzen. Wäre dies der Fall, so müsste die Erweiterung doppelseitig bleiben, auch wenn man das Rückenmark unterhalb der Reizungsstelle auf einer Seite durchschneidet. Durchschneidet man aber halbseitig (zwischen 3tem u. 4tem Halswirbel), nachdem man vorher durch Reizung oberhalb der Operationsstelle doppelseitige Erweiterung erhalten hat, so hört die Wirkung auf dieser Seite auf, während ein Controlversuch zeigt, dass man vom sogenannten Centrum ciliospinale inf. aus noch beiderseitig Erweiterung der Pupillen beobachten kann (Exp. XIII. u. XIV.). Dass die Reizungsversuche des Rückenmarks nicht immer einen ganz eclatanten Erfolg geben, habe ich bereits erwähnt und kann mich dieserhalb auf Ludwig, Thiry u. A. berufen. — Die Austrittsstelle der pupillenerweiternden Nerven ist also wahrscheinlich die von Budge angegebene Ciliospinalgegend. Jedenfalls treten keine Nerven über dem 6ten Halswirbel aus, sonst könnte in Exp. VII. und XIV. die Erweiterung bei Kohlensäurevergiftung nicht ausgeblieben sein, und ebenso wenig verlassen dieselben das Rückenmark unterhalb des 5ten (Exp. XV.), des 4ten oder 3ten Brustwirbels (Exp. XVI. u. XVII.).

3) Auch die Uebertragung der Reflexe, d. h. die reflectorische Erweiterung der Pupille bei Erregung eines sensibeln Nerven, die ich am N. auricularis und am N. dorsalis pedis geprüft habe, erfolgt nicht im Rückenmark, sondern wahrscheinlich in der Medulla oblongata. Dieses folgt daraus, dass die Erweiterung der Pupille doppelseitig auftritt, wenn man bei intactem Rückenmarke den centralen Stumpf des N. dorsalis pedis erregt, nach einseitiger Durchschneidung des Halsmarkes zwischen dem 5ten und 6ten Halswirbel dagegen auf dieser Seite ausbleibt. Bei dieser Gelegenheit will ich nicht verschweigen, dass gewisse Erfahrungen mich einigermassen zweifelhaft gemacht haben, ob diese Erweiterung der Pupille bei Erregung eines sensibeln Nerven in der That als ein Reflexphänomen im strengsten Sinne des Worts aufzufassen ist oder nicht

vielmehr in die Reihe der Mitbewegungen gehört. Die Erweiterung war nämlich dann am stärksten, wenn das Thier durch lebhaftes Schreien auf die Reizung reagirte, war bei der Curarevergiftung zu Anfang am deutlichsten, später nicht mit Sicherheit zu beobachten; entsprechend der Wirkungsweise des Giftes, welches zunächst nur die peripheren Enden der motorischen Nerven paralysirt, späterhin aber auch wohl die Nerven-Ursprünge angreift. — Budge hat angegeben, dass man auch durch Reizung der hinteren Wurzeln allein, und zwar, wie es scheint, nur der dem Centr. ciliosp. entspringenden hinteren Wurzeln des 7ten Hals- bis 2ten Brustnerven Erweiterung der Pupille erzielen könne, doch ist seine Versuchsmethode als höchst unsicher zu bezeichnen. Zur Isolirung der hinteren Wurzeln reicht es offenbar nicht aus, ein Glashäkchen unter dieselben zu schieben; es gehen dann immer noch Stromschleifen durch die vordere Wurzel und durch das in der Nähe befindliche Markstück. Eine wirklich isolirte Reizung kann nur in der Weise ausgeführt werden, dass man um die hintere Wurzel eine Fadenschlinge legt, sie peripherisch durchschneidet und, indem man sie anhebt, durch die Luft isolirt. Ob ein solches Verfahren praktisch ausführbar ist, erscheint bei der geringen Länge und grossen Zartheit der hintern Wurzel sehr fraglich.

4) Die Gefässnerven der Iris hängen wenigstens beim Kaninchen, nicht, wie Schiff[17]) behauptet, vom Trigeminus ab, sondern vom Sympathicus und mit diesem von der Medulla oblongata (Exp. XX. u. XXI.). Uebrigens giebt auch Donders[18]), wenigstens an einer Stelle seines Werkes, an — an einer andern nimmt er diese Ansicht wieder zurück, um späterhin die Sache ganz in suspenso zu lassen — dass er eine Contraction der Irisgefässe bei Reizung des durchschnittenen Sympathicus habe eintreten sehen und dass somit für ihn keine Nöthigung mehr vorliege, einen besondern Dilatator iridis anzunehmen. Erwägen wir die stete Coincidenz der Gefässerscheinungen am Kopfe, namentlich am Ohr mit Veränderungen der Pupillenweite, so wird es in der That wahrscheinlich, dass der vermeintliche Dilatator nichts weiter ist als Gefässmuskulatur der Iris.

5) Die Durchschneidung des Rückenmarks hart über dem Atlas hat ausser der bleibenden Verengerung noch eine vorüber-

---

[17]) Schiff, Untersuchungen I. pag. 151.

[18]) Donders, Die Anomalien der Accommodation und Refraction. Uebersetzt von Becker. pag. 21 u. 22.

gehende zur Folge. Die letztere ist beträchtlich stärker wie die erstere, sie entsteht oft erst nach einigen Minuten und geht in 20 Minuten bis einer halben Stunde meistens vorüber. Diese Zeit muss man abwarten, um nicht durch Complication der Erscheinungen zu falschen Resultaten zu kommen. Auch Budge hat diese Verengerung bemerkt und auf Reizung des N. trigeminus bezogen. Uebrigens ist zu ihrer Entstehung durchaus nicht eine vollständige Trennung der Medulla oblongata nothwendig. Eine ganz unvollständige Trennung, ja selbst ein einfaches Einsenken einer Nadel in die Medulla genügt, eine erhebliche Verengerung hervorzurufen; so betrug in dem Exp. XII. der Durchmesser der Pupille nur noch 3 Mm. In dem Exp. XIII. trat eine erhebliche Verengerung auf beiden Seiten ein, trotzdem die Nadel in der rechten Seite der Medulla spinalis sass. Worauf die Verengerung beruht, will ich dahingestellt sein lassen und nur darauf aufmerksam machen, dass man, um die Erscheinungen rein zu erhalten, besser thut, tiefer zu durchschneiden.

Um das Resultat noch einmal kurz zusammenzufassen:

Die Gefässnerven des Ohrs und die pupillenerweiternden Nerven entspringen beim Kaninchen oberhalb des Atlas, also wahrscheinlich von der Medulla oblongata, verlaufen ohne Kreuzung im Rückenmark abwärts und treten gemeinsam durch die vorderen Wurzeln des 7ten und 8ten Halsnerven und 1ten und 2ten Brustnerven aus, um sich von hier an den Halssympathicus zu begeben. Ob ein Theil der Fasern aus der Medulla oblongata auf dem Wege des N. hypoglossus an den Sympathicus gelangt, wie Budge an Kaninchen und Fröschen gezeigt hat, lassen wir dahingestellt.

Histiologische und physiologische Studien.

Fünfte Reihe.

Von

G. Valentin.

XIV. Die Untersuchung der Polarisationsfiguren organischer Körper in convergentem Lichte.

Dieser und der folgende Aufsatz behandeln einige Punkte, die ich in meiner „physikalischen Untersuchung der Gewebe“ nur andeutungsweise berührte, weil ich die ganze Beobachtungsreihe erst während des Druckes jener Arbeit abgeschlossen habe. Die ausführliche Darstellung giebt, wie man sehen wird, nicht bloss einzelnes Neue, sondern entwickelt auch die Gegengründe, die sich wider manche Ansichten anderer Forscher geltend machen lassen und auf die ich in jenem allgemeinen Werke nicht im Einzelnen eingehen konnte.

Das Amici'sche und das Nörrenberg'sche Polarisationsmikroskop, so wie die übrigen hierher gehörenden Vorrichtungen eignen sich vorzugsweise, die doppelt brechenden Körper in convergentem Lichte zu untersuchen. Betrachten wir den Nörrenberg[1]), wie ich ihn zu den hier zu schildernden Erfahrungen benutzte und wie er gegenwärtig in Deutschland und in Frankreich gewöhnlich hergestellt wird, so hat man einen Spiegel oder zweckmässiger einen Plattensatz als Polarisator. Die Lockerung einer Schraube macht es möglich, ihn unter dem Polarisationswinkel einzustellen. Ein ebener und

---

[1]) Die Abbildung siehe in d. Untersuchung der Gewebe in polarisirtem Lichte S. 29. Fig. 27. Vgl. auch Reusch, in dem Berichte der Carlsruher Naturforschergesellschaft. Carlsruhe, 1859. 4. S. 161. Pierre, Berliner physikalische Berichte für 1859. S. 307. 308. Bertin, Ann. de Chimie. Troisième Série. Tome LXIX. 1863. p. 88.

ebenfalls drehbarer Spiegel wirft das Himmelslicht so zurück, dass es auf den Plattensatz gelangt und von diesem längs der Mikroskopachse abermals zurückgeworfen wird. Ich habe die Vorrichtung, die ich benutze, so umändern lassen, dass man einen gewöhnlichen Mikroskopspiegel und über diesem ein Nicol von ungefähr 6 Centimeter Länge und 2,7 Centimeter grösserer Diagonale der schiefen rhombischen Endfläche nach Entfernung des Plattensatzes und des vorliegenden Spiegels einsetzen kann. Dieses gewährt einen doppelten Vortheil. Man hat fast gar kein unpolarisirtes Licht und daher auch, abgesehen von den Spiegelungsflächen, ein tiefschwarzes Gesichtsfeld bei rechtwinkelig gekreuzten Nicols, während die gewöhnliche Einrichtung nur ein grauschwarzes giebt. Alle Polarisationsbilder werden daher schärfer. Man ist ausserdem noch vor den störenden Spiegelbildern der Fensterrahmen des Zimmers oder anderer Gegenstände, die so oft bei dem Gebrauche des Plattensatzes und des Spiegels das helle Gesichtsfeld durchziehen, in höherem Grade gesichert.

Nimmt man die Beobachtungsebene oder die Ebene, in welche der zu untersuchende Abschnitt der Krystallplatte oder des organischen Körpers gebracht wird, zum Ausgangspunkt, so hat man unter derselben drei Linsen, die wir von unten nach oben als 1, 2, 3 bezeichnen wollen. Sie übernehmen die Rolle der Verdichtungslinsen oder Convergenzlinsen. Drei ihnen congruente, die wir III, II und I in entsprechender Weise nennen, stehen unmittelbar über der Beobachtungsebene in denselben gegenseitigen Entfernungen wie die unteren. 1 und I sind doppelt convex und haben nach Reusch eine Hauptbrennweite von 42,5 Millimeter. 2 und II, deren Brennweite 37,5 Mm. beträgt und 3 und III, welche den Werth von 15 Mm. in dieser Hinsicht besitzen, bilden planconvexe Linsen, deren ebene Flächen gegen die Beobachtungsebene gewendet sind. Man hat ausserdem noch eine doppelt convexe Ocularlinse an dem oberen Ende der Vorrichtung. 1, 2 und 3 befinden sich in einer gemeinschaftlichen Fassung, auf deren obere Fläche man die Untersuchungsplatte legt. Sie bilden zusammen das System der Convergenz- oder Verdichtungslinsen. III, II, I und 4 sind ebenfalls in einem gemeinsamen Rohre enthalten, das dem Mikroskope der Vorrichtung entspricht. Das analysirende Nicol endlich steht über ihm.

Die von dem Polarisator hinaufkommenden Strahlen convergiren in Folge der Brechung der untersten doppelt convexen Linse 1 so stark, dass ihre Vereinigungspunkte in einer über

ihr befindlichen und zwischen 1 und 2 fallenden Brennebene (abgesehen von der Kugel- und der Farbenabweichung) ausgebreitet liegen. Diese Kreuzungspunkte befinden sich anderseits in der Brennebene der zwei an einander stossenden planconvexen Linsen 2 und 3. Sie lenken daher die Strahlen so ab, dass diese nahezu parallel und unter starker Neigung gegen die geometrische Achse der Vorrichtung die Untersuchungsplatte durchsetzen und sich zuletzt durchkreuzen würden. Wenn man unter diesen Verhältnissen sagt, dass man unter convergentem Lichte beobachte, so bezieht sich dieses nur auf diesen schiefen Durchgang der Strahlen in Rücksicht auf die Achse der Vorrichtung, die mit der mittleren Achse desjenigen Theiles des Untersuchungskörpers, der hier in Betracht kommt, zusammenfällt. Die Neigung der Strahlen hat aber zur Folge, dass ihr Weg durch die Untersuchungsmasse verlängert, also auch die Gangunterschiede der ordentlichen und der ausserordentlichen Strahlen vergrössert und die Abweichungen, welche benachbarte Stellen in dieser Beziehung darbieten, erhöht werden. Man kann etwas Aehnliches in parallelem Lichte herstellen, wenn man die planparallele Platte um eine in ihrer Ebene liegende Achse dreht. Man erhält dann nur einen einzigen von der Neigungsgrösse der Platte abhängigen Winkel der durchgehenden Strahlen gegen die auf den planparallelen Grenzflächen der Platte senkrechte Linie. Das convergente Licht lässt die Neigung von Stelle zu Stelle wechseln. Es giebt also gleichsam eine Menge von Neigungen auf einmal. Der Gebrauch dieser Art schiefen Lichtes kann aus diesen Gründen die Polarisationsfiguren in Platten von verhältnissmässig geringerer Ausdehnung zum Vorschein bringen und sie ihrer ganzen Fülle nach oder in einzelnen Bruchstücken in dünnen Proben kenntlich machen, in denen paralleles Licht nur glatte Farben zeigt, weil unser Auge die feinen Ungleichheiten eines Punktes des Gesichtsfeldes und des benachbarten nicht mehr erkennt. Man darf aber nicht übersehen, dass sich der Ausdruck convergentes Licht nur auf die erläuterte Durchgangsrichtung, nicht aber auf eine etwaige Convergenz der interferirenden einzelnen Strahlenpaare bezieht.

Die zwei unteren, wiederum dicht an einander liegenden Mikroskoplinsen III und II, welche ihre ebenen Flächen nach unten und ihre convexen nach oben kehren und mit 3 und 2 scongruent sind, also auch an und für sich mit ihnen übereinstimmend wirken, lassen wiederum die zu der Untersuchungsplatte ausgetretenen Strahlen so zusammenlaufen, dass sie sich in einer über ihnen

liegenden Brennebene vereinigen. Es erzeugt sich also hier ein Luftbild der in Betracht gezogenen Ebene des Untersuchungskörpers, das wir für manche der späteren Betrachtungen besonders brauchen werden. III und II übernehmen unter diesen Verhältnissen die Rolle, die den Objectivlinsen (und dem Collective) in den gewöhnlichen zusammengesetzten Mikroskopen zukommt. Die beiden über ihnen stehenden Linsen I und 4 bilden gewissermaassen das Ocular. Sie lassen die Strahlen, die von dem Luftbilde divergirend austreten, nach und nach convergiren, jedoch so, dass sie erst über dem analysirenden Nicol in einem Punkte zusammentreten. Das nahe über diesem befindliche Auge sieht auf diese Art das Luftbild der Polarisationsfiguren schwach vergrössert.

Man kann von einem gewissen Standpunkte aus behaupten, dass die Polarisationsmikroskope die Bilder verkleinern. Wir wollen uns die Begründung des Ausspruches an einem Beispiele klar machen. Gesetzt, ich betrachte eine senkrechte auf die optische Achse geschnittene einachsige Platte in parallelem Lichte, also in der Turmalinzange oder unmittelbar zwischen zwei Nicols, so erscheint der erste Ring in verhältnissmässig bedeutender Entfernung von der Achse, weil der Gangunterschied der interferirenden ausserordentlichen und ordentlichen Strahlen, die in das Auge gelangen, erst bei einem bedeutenden Winkel derselben mit der Achse der Vorrichtung gross genug wird, eine merkliche Interferenzerscheinung herzustellen. Die Verdichtungslinsen engen diesen Bezirk in hohem Grade ein, indem sie die Strahlen durch die Untersuchungsplatte schief hindurchleiten. Sie können den Umfang der ersten kenntlichen Ringe so sehr verkleinern, dass man diese nur unter schwacher Mikroskopvergrösserung bemerkt. Wir wollen den Bestimmungswinkel denjenigen Winkel nennen, dessen fester Schenkel durch die Achse der Vorrichtung und dessen beweglicher von einer Geraden gebildet wird, die zwischen dem Augenpunkte und dem in Betracht gezogenen Punkte der Polarisationsfigur dahingeht. Er bildet also den Gesichtswinkel, wenn die Sehachse mit dem festen Schenkel zusammenfällt. Seine Tangente gleicht dem Quotienten des senkrechten Abstandes des betrachteten Punktes von der Achse der Vorrichtung und des Punktes, in welchem diese Senkrechte die Achse schneidet, von dem Augenpunkte. Betrachten wir eine Polarisationsfigur in parallelem Lichte, so entspricht der Bestimmungswinkel dem Gesichtswinkel, den die Sehweite des Auges fordert. Er nimmt also mit der Weitsichtigkeit des Auges unter sonst gleichen Verhältnissen

ab und mit der Kurzsichtigkeit zu. Die Einschaltung eines Mikroskopes hat hier wie überall zur Folge, dass der Gesichtswinkel vergrössert wird. Gegenstände, deren für die natürliche Sehweite gültiger Gesichtswinkel so klein ausfällt, dass wir sie desshalb gewöhnlich nicht wahrnehmen, erscheinen daher so sehr vergrössert, dass man sie in der natürlichen Sehweite in diesem ihrem scheinbaren Umfange erkennen würde. Die Ausdehnung des kreisförmig begrenzten mikroskopischen Gesichtsfeldes wird durch den Winkel gemessen, der den Augenpunkt zum Scheitel, die Mikroskopachse zu dem einen und die von dem Augenpunkte nach einem Punkte des Umkreises des Gesichtsfeldes gezogene Linie zum andern Schenkel hat. Man hat also ein um so kleineres wirkliches Gesichtsfeld, je stärker die Vergrösserung ist.

Denken wir uns einen Polarisationsapparat, der für die Beobachtung in parallelem Lichte eingerichtet ist. Wir untersuchen in ihm eine planparallele Platte eines doppelt brechenden Körpers, die Interferenzcurven zeigt. Schalten wir jetzt ein Mikroskop ein, so werden die erste und die folgenden Curven schwinden, wenn der Fahrstrich von jenem grösser, als der Halbmesser des wirklichen Gesichtsfeldes des Mikroskopes ist. Man hat dieses z. B. in den meisten ein- und zweiachsigen senkrecht auf die optische Achse oder die Mittellinie geschliffenen Platten, die ihre Polarisationsringe in der Turmalinzange oder zwischen zwei Nicols geben. Die meisten Gewebkörper liefern ihre Polarisationsfiguren, wenn sie selbst von mikroskopischer Kleinheit sind, so wie man nur das zu ihrer Erkenntniss nöthige Mikroskop zwischen zwei Nicols einschaltet, weil die concentrische Schichtung grosse Gangunterschiede der interferirenden Strahlen herbeiführt. Man kann daher noch oft Kreuz und Ringe unter einer Vergrösserung von 200 Mal im Durchmesser wahrnehmen.

Enthält der Polarisationsapparat Verdichtungs- oder Convergenzlinsen, so gestalten sich die Verhältnisse in anderer Weise. Da die schiefe Durchleitung der Strahlen die Gangunterschiede der interferirenden vergrössert, so wird hierdurch der Fahrstrich, der zu dem ersten Ringe geht, verkleinert. Die Platte, welche wenigstens ein einziges Ringsystem liefert, kann daher geringere Querdurchmesser besitzen, als eine zweite, welche die gleichen Bilder in parallelem Lichte zeigen soll. Dieses giebt eine glatte Farbe, wenn die Dicke der Platte unterhalb einer gewissen Grenze hinabgeht, weil unser Auge die Farbenunterschiede von Stelle zu Stelle nicht bemerkt. Untersuchen wir in convergentem Lichte, so kann

die Vergrösserung der Gangunterschiede Polarisationsfiguren zum Vorschein bringen. Sie wirkt in dieser Hinsicht im Allgemeinen, wie eine Verdickung der doppelt brechenden Masse, welche den Durchgangsweg verlängert. Betrachten wir aber diesen Einfluss der Verdichtungslinsen genauer, so finden wir, dass er auf eine Verkleinerung im Wesentlichen hinauskommt. Ist die wirkliche Länge des Fahrstriches einer bestimmten, z. B. der ersten Polarisationscurve, wie sie in parallelem Lichte auftritt, gleich a, so wird sie zu dem ächten Bruche $\frac{a}{n}$ oder verkleinert, so wie man convergentes Licht anwendet. Der Werth von n, der also immer grösser als der von a ist, nimmt mit der Stärke der Convergenzlinsen zu. Wächst diese in hohem Grade, so kann $\frac{a}{n}$ so klein werden, dass wir eine solche geringe Entfernung mit freiem Auge nicht mehr erkennen würden. Man muss daher noch ein Mikroskop in die Vorrichtung einschalten, die nur einen Polarisator, Verdichtungslinsen und einen Zerleger ohne jenen Nebenumstand zu enthalten brauchte. Mit einem Worte, die Convergenzlinsen sind Verkleinerungsvorrichtungen in dem Sinne, dass sie das Ringsystem in einem geringeren wirklichen Gesichtsfelde, als das parallele Licht zeigen. Man darf aber desshalb nicht glauben, dass dieselben Curven, die in parallelem Lichte weiter von dem Mittelpunkte auftreten, durch die Verdichtungslinsen eingeengt oder verkleinert werden. Da diese dieselben Eigenschaften einem eingeengteren wirklichen Gesichtsfelde, wie das parallele Licht verleihen, so rühren die Curven entsprechender Ordnung von anderen Stellen der doppelt brechenden Krystallplatte her. Dieses hat auch nicht selten zur Folge, dass die untergeordneten Eigenschaften der Polarisationscurven wesentlich anders in parallelem als in convergentem Lichte ausfallen.

Das eben Erläuterte kann unmittelbar lehren, bis zu welcher Grenze die Mikroskopvergrösserung reichen darf, wenn die Wirkung der Verdichtungslinsen den Werth von $\frac{a}{n}$ bis zur Unkenntlichkeit für das freie Auge verkleinert hat. Soll wenigstens die erste Interferenzcurve kenntlich bleiben, so muss die Ausdehnung des wirklichen Gesichtsfeldes des eingeschalteten Mikroskopes die des wirklichen Einengungsbezirkes der Verdichtungslinsen eben noch überschreiten. Hält man sich nur an die Untersuchung doppelt brechender grösserer Krystall-

platten, so darf man in der Regel nur Mikroskope, die wenig vergrössern, an der Vorrichtung anbringen. Dieses ist auch bei dem Nörrenberg und den ihm ähnlichen Instrumenten der Fall. Das aus den Linsen III, II, I und 4 bestehende Mikroskop des von mir benutzten Apparates vergrössert auch nur ungefähr 9 Mal linear bei einer Sehweite von 18 bis 19 Centimetern.

Soll der Nenner n des Bruches $\frac{a}{n}$ gross ausfallen, so müssen stark gekrümmte Verdichtungslinsen angewandt werden. Die erhabene Oberfläche der Linse 2 des Nörrenberg hat desshalb nach Reusch einen Krümmungshalbmesser von 18,75 und die von 3 sogar einen solchen von 7,5 Millimeter, während 1 eine viel schwächere Krümmung nach der oben erläuterten Wirkungsweise haben kann und in der That auch einen Krümmungshalbmesser von 42,5 Millimeter besitzt. Da aber III mit 3 und II mit 2 congruent sind, so erzeugen die starken Krümmungen der Objectivlinsen des beigegebenen Mikroskopes einen hohen Grad von Kugelabweichung der Bilder, der sich auch für die Betrachtung gewöhnlicher Gegenstände in störendster Weise geltend macht. Man kann sich aber leicht erklären, wesshalb sich dieser Uebelstand bei der Untersuchung in sich gleichartiger doppelt brechender planplaner Krystallplatten nicht zu verrathen pflegt. Die Kugelabweichung entsteht dadurch, dass die unter einem grösseren Oeffnungswinkel parallel oder divergirend auffallenden Strahlen eine kürzere Brennweite als diejenigen Strahlen haben, die einen kleineren Oeffnungswinkel besitzen. Hat man daher z. B. den Brennpunkt eines Mikroskopes so eingestellt, dass die mit der Achsenrichtung desselben zusammenfallende Brennweite dem untersten Punkte der Platte entspricht, so wird man um so höhere Punkte derselben in dem Brennpunkte haben, je weiter man nach aussen geht. Enthält die Platte die gleichen doppelt brechenden Theilchen ihrer ganzen Dicke nach, so bemerkt unser Auge unter diesen Verhältnissen nicht, ob eine mehr nach dem Rande zu liegende Curve von einer Kreisgruppe höherer oder tieferer Theile herrührt. Fällt selbst der Unterschied gegen die ebene Fläche so gross aus, dass sich die Färbung in weissem Lichte oder die Orte der dunkelsten und der hellsten Stellen in einfarbigem ändern, so entgeht dieses unserer Wahrnehmung, weil der unmittelbare Vergleich mit dem Bilde, welches ohne Kugelabweichung entstehen würde, mangelt. Besitzt aber der

Krystall oder ein anderer Untersuchungskörper innere ungleiche Spannungen, so kann die Kugelabweichung zu einer Verschiedenheit des Bildes im Verlaufe einer und derselben Interferenzcurve oder zu weniger scharfen Polarisationslinien führen. Die Hornmassen, die aus geschichteten Blättern von ungleicher Wirksamkeit bestehen, belegen dieses am auffallendsten.

Einer der ersten Kenner der Doppelbrechung, den unsere Zeit besitzt, Descloizeaux*), glaubte bemerkt zu haben, dass das Polarisationskreuz der Stärkmehlkörner nur in parallelem Lichte kenntlich bleibe, in convergentem dagegen verschwinde. Bringt man ein in Glycerin oder in Canadabalsam eingeschlossenes Stärkmehlpräparat der Kartoffel in das Nörrenberg'sche Polarisationsmikroskop, so sieht man nur weisse Körnchen. Da aber diese an der Grenze der Wahrnehmbarkeit bei der an dieser Vorrichtung angebrachten schwachen Vergrösserung liegen, so kann die Erscheinung von einer von zwei Ursachen abhängen. Das Polarisationskreuz fehlt in der That in convergentem Lichte oder man sieht es nur nicht aus Mangel an hinreichend starker Vergrösserung. Obgleich sich kein theoretischer Grund für das Erstere angeben liesse, so dass schon desswegen die zweite Möglichkeit wahrscheinlicher wird, so beschloss ich doch, die ganze Frage vollständiger zu prüfen. Ich schlug hierbei dreierlei Wege ein. Ich untersuchte zuerst unorganische durch Spannungen doppelt brechend gewordene Körper und die wichtigsten organischen Massen unter dem Nörrenberg, wie man ihn für Krystallplatten braucht. Ich entfernte hierauf die Linsen I und 4, die wie sonst ein einfaches Ocular wirken, und ersetzte sie durch ein Mikroskop von schwacher Vergrösserung, die jedoch stärker als diejenige war, welche die fortgenommenen Linsen lieferten. Der dritte Weg bestand endlich darin, dass ich ein gewöhnliches zusammengesetztes Mikroskop statt des Mikroskopes, das an dem Nörrenberg angebracht ist, gebrauchte, also nicht bloss III und 4, sondern auch II und I beseitigte.

Man findet zunächst, dass ein gekühlter Cylinder sein homöotropes oder allotropes Kreuz und seine in weissem Lichte gleichgefärbten Ringe in dem gewöhnlichen Nörrenberg vollständig zeigt. Die Kleinheit des wirklichen Gesichtsfeldes macht es nur unmöglich, mehr als ein geringes Bruchstück

*) Descloiseaux in Annales des Mines. Sixième Série. Tome VI. 1864. p. 578 und Poggendorff's Annalen. Bd. CXXVI. 1865 S. 408.

der Polarisationsfigur auf einmal zu übersehen. Die Kugelabweichung schadet überdies der Schönheit des Bildes und zwar vorzugsweise der des dunkelen Kreuzes. Die Theorie der optischen Wirkungen der Spannungskörper führt zu der Erkenntniss eines wesentlichen Unterschiedes von den doppelt brechenden Krystallen. Besitzen diese keine besonderen inneren Spannungen, so ist die optische Achse nur eine Richtung im Raume. Habe ich z. B. eine solche senkrecht auf die optische Achse geschnittene Krystallplatte, so geht immer die optische Achse der Vorrichtung durch die optische Achse der Platte, ich möge diese in ihrer Ebene, wie ich wolle, verrücken. Die Polarisationsfigur behält desshalb auch im Wesentlichen dieselbe Gestalt während der ganzen Bewegung bei. Ein allseitig gleichartig gekühlter Glascylinder hat nur eine einzige optische Achse, die mit der geometrischen Achse der Figur zusammenfällt, wenn sich die Spannung vollkommen symmetrisch und stetig von dem Mittelpunkte nach der Oberfläche ändert. Sie giebt desshalb nur ein einziges Polarisationsbild für das Ganze, wir mögen dieses in parallelem oder in convergentem Lichte untersuchen. Das letztere kann wiederum die Ringe oder andere Figuren bei weniger grossem Querschnitt oder bei geringerer Dicke kenntlich machen. Da aber das Nörrenberg'sche Polarisationsmikroskop das wirkliche Gesichtsfeld in hohem Grade verkleinert, so sieht man nicht mehr das gesammte einzige Polarisationsbild, sondern nur dasjenige Bruchstück, welches eben dem durch die Vergrösserung scheinbar ausgedehnten, in Wirklichkeit aber verkleinerten Gesichtsfelde entspricht. Würfelähnliche oder sonst parallelepipedische oder dreiseitig prismatische Glaskörper zeigen ihre dunkelen Interferenzstreifen und ihre Pfauenaugen ebenfalls mit den oben erläuterten Nebenstörungen.

Dasselbe gilt von passenden Präparaten der Krystalllinse. Man erkennt nicht bloss das Kreuz, sondern auch die Ringe auf das vollständigste. Eine in Canadabalsam eingeschlossene einer Katze z. B. lieferte 4 bis 5 und eine getrocknete von Lepidoleprus trachyrhynchus mehr als 12 in weissem Lichte. Die Kreuze, die Ringe, die Hyperbeln und die Pfauenaugen der verschiedenen Linsenpräparate der Tintenfische und die Kreuze einzelner, nicht aber aller Hornhautpräparate zeigen sich ebenfalls mit voller Deutlichkeit. So klein auch die Gebilde unter der schwachen Vergrösserung des Nörrenberg bleiben, so erkenne ich doch immer noch deutlich die durch die Kreuze erzeugten dunkelen Unterbrechungen der sonst in dem dunkelen Gesichtsfelde leuchtenden Massen der Kelch-

schuppen von Elaeagnus, der Zellenquerschnitte des Eiweisses von Phytelephas, der sogenannten Sphärokrystalle des Inulins von Dahlien, der krystallinischen Kugeln des Gehirnsandes oder des Pferdeharnes. Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, dass die verschiedensten Polarisationsbilder der gekühlten Gläser und der mannigfachsten geschichteten Gewebkörper nicht bloss in parallelem, sondern auch in convergentem Lichte gesehen werden.

Nachdem ich diese Erfahrungen gemacht hatte, entfernte ich aus dem Nörrenberg die Linsen I und 4, brachte III und II in eine passende Fassung, über der sich ein Messingrohr befand, in dessen Innenraum das von ihnen entworfene Luftbild fiel. Ein nur schwach vergrösserndes Mikroskop wurde über demselben verschiebbar angebracht und so eingestellt, dass das Luftbild seiner Brennebene entsprach und daher nicht stark vergrössert erschien. Ein über dem Oculare befindliches analysirendes Nicol beschloss die Vorrichtung. Ich hatte also gewissermaassen den früheren Nörrenberg, nur mit dem Unterschiede, dass die beiden Linsen des Oculares desselben durch ein etwas stärkeres Mikroskop ersetzt worden. Die Objectivlinsen III und II, die mit den Verdichtungslinsen 3 und 2 congruent sind, waren beibehalten. Man gewann mit einem Worte nur den Vortheil, dass man die Einzelnheiten kleiner Gegenstände besser unterscheiden konnte, ohne dass die Ausdehnung des wirklichen Gesichtsfeldes allzusehr abgenommen hatte.

Ein Mikroskop, das nicht ganz 13 Mal für 16 Centimeter Sehweite im Durchmesser vergrösserte, reichte hin, das Kreuz in den Stärkmehlkörnern der Kartoffel und der Jalappa, in den kleineren krystallinischen Kugeln des Hirnsandes, in den quer durchschnittenen Bastzellen der Königschina und des Eiweisses von Phytelephas, in den Tüpfelringen der Zapfenbäume und in den Querschnitten der Knochenblätter der Rindenmasse des Oberschenkels des Menschen nachzuweisen. Man sah auch die sogenannten Disdiaklastenbänder der Muskelfasern und der Sehnen. Diese Beobachtungen bestätigten also von Neuem, was das erste Untersuchungsverfahren gelehrt hatte.

Dieselbe Untersuchungsart kann auch für die Prüfung von Krystallplatten und ihnen ähnlichen Körpern nützlich werden. Eine stark doppelt brechende Masse wie der Kalkspath liefert sehr kleine innere Ringe im Nörrenberg, wenn die Platte irgend dick ist, weil die Wirkung der Verdichtungslinsen schon nicht weit von der Achse Gangunterschiede herstellt,

die zur Wahrnehmbarkeit der Interferenz hinreichen. Etwas Aehnliches wiederholt sich in zweiachsigen Körpern, z. B. in einer senkrecht auf die Mittellinie geschnittenen Platte von Salpeter und von organischen Massen in Perlmutter, deren optische Beschaffenheit mit der des Arragonits und nicht mit der des Kalkspathes übereinstimmt. Ersetzte ich die beiden Ocularlinsen des Nörrenberg durch das Mikroskop von der erwähnten 13fachen Linearvergrösserung, so sah man natürlich weniger Kreisringe im Kalkspath und eine geringere Zahl von Cassini'schen Curven in dem Salpeter und der Perlmutter. Sie erschienen aber beträchtlich vergrössert und liessen daher die Einzelnheiten deutlicher erkennen. Eine senkrecht auf die Mittellinie geschnittene Glimmerplatte, deren scheinbarer Achsenwinkel zu 66° von Wild bestimmt worden, lieferte die die eine Hyperbel umgebenden Ringe in dem äusseren Bezirke des Gesichtsfeldes. Vertauschte ich die 13fache Linearvergrösserung mit einer 22- und selbst mit einer 34fachen für 20 Centimeter Sehweite, so zeigten sich immer in weissem Lichte verschiedene, den benachbarten Ringen entsprechende Färbungen, die mit den Orten der betrachteten Stellen wechselten. Man sieht hieraus, dass man bis zu verhältnissmässig starken Vergrösserungen fortschreiten müsste, ehe die Kleinheit des wirklichen Gesichtsfeldes eine gleichartigere Färbung selbst in Krystallplatten mit kräftiger oder auch nur ziemlich grosser Doppelbrechung herbeiführt.

Der dritte Weg bestand darin, dass ich ein stark vergrösserndes zusammengesetztes Hartnack'sches Mikroskop statt dessen des Nörrenberg in diesen einschaltete oder die Verdichtungslinsen desselben auf den Objecttisch eines grossen Schiek und auf diese die zu beobachtenden Gegenstände legte. Ich habe alle Pflanzen- und Thiergewebe, welche Kreuze, Ringe, Hyperbeln, Disdiaklasten und andere eigenthümliche Bilder unter dem gewöhnlichen und mit zwei Nicols versehenen, zusammengesetzten Mikroskope geben, nach der oben erwähnten Einschaltung der Verdichtungslinsen geprüft, ohne dass das convergente Licht einen wesentlichen Unterschied der Hauptbilder herbeiführte. Man muss übrigens bedenken, dass der Winkel, dessen Scheitel der Augenpunkt, dessen einer Schenkel die Mikroskopachse und dessen anderer die von dem Augenpunkte nach einem Punkte der Begrenzung des Gesichtsfeldes gezogene Gerade ist, mit der Stärke der Vergrösserung abnimmt. Die Wirksamkeit der Convergenzlinsen verkleinert sich also mit ihr. Es muss zuletzt beinahe gleichgültig sein, ob man sie eingeschaltet hat oder nicht.

Die meisten Hornblätter zeigen eine Eigenthümlichkeit, die mit ihrem Baue innig zusammenhängt. Verhalten sie sich wie Platten, die senkrecht auf die Mittellinie geschliffen sind, so geben sie die schon oben erwähnten lemniscatenähnlichen Curven in dem Nörrenberg der gewöhnlichen Einrichtung. Dieser zeigt auch die Hyperbeln in Fischbeinplatten in ähnlicher Weise, wie auf einer parallel der optischen Achse geschnittenen Krystallplatte. Ersetzt man dagegen die beiden Ocularlinsen des Nörrenberg durch ein Mikroskop, das auch nur 13 Mal im Durchmesser vergrössert, so erhält man nur die gefärbten Sprenkel, welche die Hornmasse unter allen stärkeren Vergrösserungen liefert, statt der Cassini'schen Linien, man mag mit parallelem oder mit convergentem Lichte arbeiten.

XV. Ueber die Aenderung der mikroskopischen Polarisationsbilder durch Druckwirkungen.

Naegeli*) glaubte aus dem Unterschiede, den ein einfach brechender Glasfaden und eine organische Haut, z. B. von Caulerpa, in polarisirtem Lichte zeigen, beweisen zu können, dass die Doppelbrechung der Pflanzentheile nicht von Spannungen, sondern von krystallinischen, doppelt brechenden, aus zahlreichen Atomen zusammengesetzten Molecülen herrührt. Zieht man einen Glasfaden z. B. von $^1/_{50}$ Mm. Dicke um 0,012 seiner ursprünglichen Länge aus oder drückt ihn um ungefähr ebenso viel zusammen, so liefert er eine Doppelbrechung, welche die Farbe des rothen Gypsgrundes sichtlich ändert. Eine befeuchtete Caulerpahaut kann um 42% künstlich verlängert, oder um 30% verkürzt werden, ohne dass eine merkliche Aenderung der Interferenzfarben eintritt. Eine jede von diesen wechselt aber schon, wenn man den durch Zug doppelt brechend gemachten Glasfaden um $^1/_{10}$% dehnt.

Hofmeister**) führte gewissermaassen diesen Gedankengang, der auch von Sachs***) wiedergegeben worden, weiter aus, wenn er sagte: „Das Amylum ist noch besser geeignet, die Entdeckung Naegeli's vorzuführen, dass Spannungsverhältnisse an der Doppelbrechung organischer Substanzen unbetheiligt sind, als die Zellenmembran. Unterwirft man eine

---

*) C. Naegeli, Botanische Mittheilungen. Aus den Sitzungsberichten der bayerischen Akademie. München, 1861. 8. S. 201. 202.

**) Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig, 1867. 8. S. 389.

***) J. Sachs, Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig, 1865. S. 400.

im gefärbten Gesichtsfelde des Polarisationsmikroskopes liegende isotrope kleine Glaskugel einem sehr mässigen Drucke, so flammt sie sofort in den intensivsten Interferenzfarben auf. Amylumkörnchen dagegen kann man bis zum Bersten quetschen, ohne dass unter gleichen Verhältnissen ihre Beziehungen zu dem polarisirten Lichte sich ändern.“

Man kann schon theoretisch darthun, dass diese Schlussfolgerung von Naegeli und Hofmeister auf einem physikalischen Missverständnisse beruht. Die nach allen Richtungen gleichseitige Anordnung der Theilchen des einfach berechenden Glasfadens oder der optisch ebenso beschaffenen Glaskugel wird durch einen kleinen äussern Druck leicht aufgehoben, so dass die Masse doppelt brechende Eigenschaften erhält. Man darf hingegen andere Wirkungen erwarten, wenn bleibende Spannungen, z. B. durch Abkühlung, hergestellt worden, wenn man also den Druck nicht auf einen einfach brechenden, sondern auf einen schon vermöge seines Molecularzustandes doppelt brechenden Körper wirken lässt. Zwei Bedingungen, die aber oft gerade keine merklichen Wirkungen ausüben, könnten hier die Polarisationsfarben ändern. Führte der positive oder der negative Druck zu einer merklichen Grösse einer neuen Art von Ungleichseitigkeit der Theilchen, so müsste auch eine Aenderung der doppelt brechenden Eigenschaften nachfolgen. Da aber unsere Druckwirkungen denen der Molecularkräfte gegenüber in hohem Grade zurückstehen, so darf man auf diesen Erfolg in den meisten Fällen nicht rechnen. Die Pressung verdünnt den doppelt brechenden Körper in ihrer Wirkungsrichtung. Sie verkleinert also den Weg der durchtretenden Lichtstrahlen und kann die Polarisationsfarbe aus diesem Grunde ändern. Ein Erfolg der Art braucht aber nicht nothwendiger Weise in einem mit bleibenden Spannungen versehen Körper einzutreten. Er fehlt z. B., wenn der durch die Verdünnung bedingte Farbenwechsel zu unbedeutend ist, als dass ihn unser Auge erkennt, wenn sich der, welcher der geringeren Platten dicke entspricht, mit dem, welchen die durch den Druck erzeugte Massenverdichtung bedingt, zu Null ausgleicht, wenn endlich die durch die Spannungen hervorgerufene Doppelbrechung absolut nicht sehr stark ist, so dass erst grössere Dickenunterschiede zu merklichen Farbenänderungen führen. Der Umstand, dass sich eine Caulerpahaut oder ein Stärkmehlkorn gegen positive oder negative Drucke anders als eine einfach brechende Glasmasse verhält, kann nicht bloss nicht beweisen, dass Spannungen in den organischen Geweben

fehlen, sondern eher das Entgegengesetzte erhärten. Sind bleibende Spannungen oder Ungleichseitigkeiten, die von Molecularkräften herrühren, vorhanden, so müssen die Gewebe den Wirkungen unserer künstlichen Pressungen kraftvoller widerstehen, als einfach brechende Körper. Die oben erwähnten Unterschiede bilden dann eine theoretisch vorauszusagende Nothwendigkeit.

Man kann sich von der Richtigkeit dieser Aussprüche auf dem Erfahrungswege leicht überzeugen. Die meisten dickeren oder dünneren Glasstäbe, die in dem Handel vorkommen, sind concentrisch geschichtet und schon aus diesem Grunde doppelt brechend. Die kreisförmigen Lagen, die man auf dem Querschnitte nicht selten schon mit freiem, fast immer aber mit bewaffnetem Auge sieht, rühren von der schichtweise fortschreitenden Abkühlung mit oder ohne die Einflüsse des Ziehens her. Die entgegengesetzten optischen Charaktere, welche benachbarte Schichten auf dem rothen Gypsgrunde häufig zeigen, deuten an, dass keine gleichförmige Abkühlung oder überdies noch kein gleichförmiger Zug bei gezogenen Stäben stattgefunden hat. Erweicht man eine Strecke eines solchen doppelt brechenden dichten oder mit einem innern Hohlraume versehenen Stabes an der äussern Flamme einer Weingeistlampe, dehnt sie zu einem dünnen Faden aus und kühlt diesen in der Luft vorsichtig ab, so erscheint er oft einfach brechend oder giebt wenigstens eine viel schwächere Doppelbrechung als früher. Man kann sich einfach brechende Glaskügelchen bereiten, wenn man das Ende eines solchen Glasfadens kugelförmig zusammenschmilzt und das Ganze in freier Luft an dem Glasstiele hält, bis die Masse vollständig erkaltet ist. Legt man auch die heisse Kugel auf eine Steinplatte von der mittleren Zimmerwärme, so erweist sie sich dessenungeachtet in der Folge oft genug als einfach brechend. Ein sicheres Mittel dagegen, solche Glaskügelchen bleibend doppelt brechend zu machen, also dauernde Spannungen in ihnen herzustellen, besteht darin, sie, so wie sie aus der Weingeistlampe kommen, in kaltes Wasser unterzutauchen. Viele zerspringen hierdurch in zahlreiche Stücke. Einzelne dagegen erhalten sich mit ihren Stielen unversehrt und liefern ein vollkommen regelmässiges oder ein unregelmässiges Polarisationsbild je nach den symmetrisch oder asymmetrisch vertheilten Spannungen.

Bringt man ein einfach brechendes Glaskügelchen, das den rothen Gypsgrund nicht ändert, zwischen die Glasplatten des Compressoriums, so braucht man nur wenig zuzuschrauben,

um ein negatives Polarisationsbild zu erhalten. Steht die Achsenebene des Gypsblättchens unter + 45 °, so hat man Gelb in + 45° und Blau in — 45°. Entfernt man das Gypsblättchen, so erhält man ein schwarzes Polarisationskreuz, wenn die Polarisationsebenen der beiden Nicols rechtwinklig zu einander stehen. Es liegt meist in dem Mitteltheile der Glaskugel. Jedes seiner Arme erweitert sich oft büschelartig an seinem Ende. Das Kreuz selbst ist je nach der symmetrischen oder unsymmetrischen Vertheilung der Spannungen homöotrop oder allöotrop. Schaltet man ein $^1/_4$ Glimmerblättchen unter $\pm$ 45° ein, so stellen sich die beiden dunkeln Punkte parallel der Achsenebene des Glimmers. Der negative Charakter bewährt sich also auch durch diese Prüfung. Er bildet übrigens nur die nothwendige Folge richtiger theoretischer Deutungen.

Nimmt man einen einfach brechenden cylindrischen Glasfaden statt der Kugel, so bemerkt man, dass die erste Spur der Farbenänderung des rothen Gypsgrundes nur bei viel stärkerem Drucke als in der Kugel auftritt. Liegt der Faden parallel der unter + 45 ° eingestellten Achsenebene, so erhält man meist erst ein schwaches Blau zu beiden Seiten des Mittelstreifens, wenn die Gefahr des Zerspringens droht. Dreht man die Achsenebene des Gypbslättchens um 90 °, so dass sie unter — 45 ° zu stehen kommt, so erscheint das Gelb noch weniger merklich als die frühere blaue Färbung.

Schraubt man das Compressorium, welches die einfach brechende Glaskugel nur für kurze Zeit zusammengepresst hat, zurück, so verräth die Masse keine Doppelbrechung mehr auf rothem Gypsgrunde. Ich liess solche Glaskugeln 4 Stunden bis 14 Tage unter dem Drucke der Glasplatten des Compressoriums stehen. Befreite ich sie dann von einer solchen Pressung, so lieferten einzelne ein schwaches Blau auf dem Gypsgrunde, so dass man einen geringen Grad zurückgebliebener Ungleichseitigkeit, der sich wahrscheinlich in der Folge wiederum ausgeglichen haben wird, vor sich hatte. Ein anderer Versuch lehrte aber, dass dieses Ergebniss keine allgemeine Gültigkeit besitzt. Ich drückte eine einfach brechende Glaskugel unter dem Compressorium so zusammen, dass sie ein rothes Kreuz und negative Farbenquadranten auf dem rothen Gypsgrunde gab, und liess sie unter diesem Drucke 14 Tage lang stehen. Ich fand dann das erwähnte negative Bild wieder. Schraubte ich jetzt unter dem Mikroskope zurück, so kehrte sogleich die ursprüngliche einfache Brechung wieder.

Die durch kaltes Wasser mit dauernder Doppelbrechung versehenen Glaskugeln verhalten sich in anderer Weise. Hat sich eine symmetrische bleibende Ungleichseitigkeit der Theilchen hergestellt, so liefern sie lebhaft rothe Kreuzesarme auf dem rothen Gypsgrunde und Weissgelb oder Gelb parallel der Richtung der Achsenebene des Gypsblättchens und Blau senkrecht darbuf. Drückt man diese Kugel, die vermöge ihrer Spannungen oder Molecularstellungen dauernd doppelt brechend geworden und ein Seitenstück der meisten Gewebe bildet, unter dem Compressorium zusammen, so kann man sie in der Regel sehr stark und selbst bis zum Zerspringen pressen, ohne dass man eine irgend bedeutende Farbenänderung bemerkt. Die für sie günstigsten Fälle lassen nur das Gelb etwas weisslicher in einzelnen Kugeln, oder das Blau in geringem Grade dunkler in anderen erscheinen. Beides erklärt sich aus der geringen Dickenabnahme in der Richtung des Druckes. Die Wiederholung des Versuches mit bleibend doppelt brechenden Cylinderstücken führt zu ähnlichen Ergebnissen. Man hat also hier im Glase im Wesentlichen dieselben Wirkungen, wie in den Stärkmehlkörnern, weil dauernde Spannungen vorhanden sind. Erfahrung und Theorie bestätigen hiernach das Entgegengesetzte von dem, was man aus dem Vergleiche des einfach brechenden Glases mit den Gewebkörpern herleiten wollte.

Eine Beobachtung deutet übrigens an, dass die bleibende Doppelbrechung der Stärkekörner merklich kräftiger, als die der gekühlten oder der gedrückten kleinen Glaskugeln ist. Ich habe schon in meiner Polarisationsschrift bemerkt, dass man die hellen und die dunkeln Bezirke der Stärkekörner erhalten kann, wenn man den Polarisator entfernt und statt dessen nur den Beleuchtungsspiegel unter dem Polarisationswinkel einstellt. Die Wiederholung dieser Beobachtung ist mir weder an den gepressten, noch an den gekühlten Glaskügelchen gelungen, wenn sie selbst ein tief schwarzes Polarisationskreuz auf dem dunkeln und das lebhafteste Gelb und Blau auf dem rothen Polarisationsgrunde zeigten.

Diese vergleichenden Untersuchungen des Glases und der Stärke führten mich noch auf einen einfachen Beweis, dass die Stärkekügelchen nicht einmal zweiachsig mit sehr kleinem Achsenwinkel sein können. Bringt man einen gekühlten Glascylinder in das dunkele Gesichtsfeld einer Polarisationsvorrichtung, so liefert er ein allotropes Kreuz, wenn die Spannungen, wie gewöhnlich, nicht symmetrisch vertheilt sind. Stellt man ihn so auf, dass seine geometrische Achse der

Achse der Beobachtungsvorrichtung parallel läuft, seine beiden ebenen Endflächen also dieselbe senkrecht schneiden, so erhält man ein Polarisationskreuz in vier Hauptstellungen, bei 0^0, 90^0, 180^0 und 270^0. Dreht man hierauf den Cylinder um seine geometrische Achse, so dass seine Endflächen auf der Achse des Polarisationsapparates, wie früher, senkrecht bleiben oder sich nur in ihren eigenen Ebenen wenden, so verräth sich die Allöotropie dadurch, dass die früheren Kreuzesarme in zwei Hyperbeln aus einander gehen, die sich zwischen 0 und $\pm 45^0$ immer weiter von einander entfernen und sich wiederum zwischen $\pm 45^0$ und 90^0 wechselseitig nähern. Hat man das ursprüngliche Kreuz unter 0^0, 90^0, 180^0 oder 270^0 abermals hergestellt und dreht dann die geometrische Achse des Cylinders um eine auf ihr wagerechte Achse, so dass die erstere einen zwischen 0^0 und 90^0 liegenden Winkel mit der Achse der Beobachtungsvorrichtung bildet und die beiden Endflächen des Cylinders in Bezug auf sie schief stehen, so gehen sogleich die Kreuzesarme in Hyperbeln aus einander. Eine vollkommen homöotrope Glaskugel dagegen bewahrt ihr Kreuz auch in diesem Falle. Eignet sie sich zur mikroskopischen Untersuchung ihrer Kleinheit wegen, so kann man sie in dem Gesichtsfelde herumrollen, ohne dass die Hyperbeln statt des Kreuzes zum Vorschein kommen. Man kann auf ähnliche Weise erkennen, ob kugelförmige Krystalllinsen oder vollkommen symmetrische Würfel und Platten derselben homoötrop oder allöotrop sind. Das blosse Auseinanderweichen der Kreuzesarme in Hyperbeln, ohne dass die lemniscatenähnlichen Curven bemerkt werden, zeigt an, dass die zweiachsige Masse einen nur kleinen Achsenwinkel besitzt, sich also der Einachsigkeit nähert. Rollt man die Stärkekörner unter dem Mikroskope, so ändert sich nur die Lage des Mittelpunktes des Polarisationskreuzes, der dem Nabel, also einem festen Punkte der unveränderlichen Schichtung entspricht, und die der ganzen Zeichnung überhaupt der Drehung entsprechend. Die Kreuzesarme gehen aber nicht zu zwei Hyperbeln aus einander. Die Stärkmehlkörner können also nicht nur nicht grob zweiachsig sein, sondern auch nicht einmal zu den zweiachsigen Körpern mit kleinem Achsenwinkel, also zu diesen überhaupt gehören. Es lässt sich mit einem Worte auf diesem Wege von Neuem bestätigen, dass sie den Forderungen der Theorie gemäss einachsig sind.

Der Gebrauch des Compressoriums unter dem Polarisationsmikroskope kann eine Reihe belehrender Erscheinungen anderer Art vorführen.

Untersucht man eine nicht zu dünne Schicht quergestreifter Muskelfasern, die unter $\pm$ 45° eingestellt sind, so liefern sie schon lebhafte Polarisationsfarben in dem dunkeln Gesichtsfelde. Die einzelnen Färbungen weichen in der Regel von einem kleinen Bezirke zum andern ab, sei es, dass dieses von verschiedenen Stärken der Doppelbrechung, von ungleichen Dicken oder von beiden Ursachen zugleich herrührt. Bringt man ein solches Präparat unter das Compressorium und schraubt allmälig zusammen, so ändern sich die Farben. Der Vergleich mit den Newton'schen Ringen kann lehren, dass die Erscheinung davon herrührt, dass das Muskelpräparat unter dem Einflusse des Druckes dünner und daher die Weglängen der interferirenden Strahlen kürzer werden. Einige Beispiele mögen die Richtigkeit dieser Auffassungsweise näher erläutern.

Ein Bezirk des Schneidermuskels eines frisch getödteten Frosches, der gar nicht zusammengedrückt in dem dunkeln Gesichtsfelde eingestellt worden, lieferte ein lebhaftes Orangeroth zweiter Ordnung, ungefähr von dem Werthe 998. Schraubte ich das Compressorium allmälig zusammen, so erhielt ich der Reihe nach Gelb von 910, Grüngelb von 866, Grün von 747, Grünblau von ungefähr 728 und endlich Indigoblau von 589.

Ein Gracilis desselben Thieres hatte ohne Druck Carminroth dritter Ordnung von dem ungefähren Werthe 1534. Die Zusammendrückung gab allmälig Grünlichgelb von 1426, glänzend Grün von 1376, Gelb zweiter Ordnung von 910 und endlich Grüngelb von 866.

Ein Bruchstück des Brusthautmuskels zeigte in dem untersuchten Bezirke ein warmes Roth erster Ordnung von ungefähr 536, wenn aller äusserer Druck mangelte. Die Pressung lieferte zuerst Gelb von 332, dann Gelbweiss von 267 und endlich Graublau von ungefähr 158. Ich nahm eine dünne Probe der Oberschenkelanzieher eines Murmelthieres, das einen Tag vorher im Winterschlafe getödtet worden und presste sie allmälig bis zur grösstmöglichen Dünne zusammen. Sie erzeugte hierbei der Reihe nach: Grün (1376), Roth (1101), Orange (949), Gelb (910), Grünblau (728), Blau (589), Roth (551), Gelb (332) und Weissgelb (267).

Man sieht aus diesen Belegen, wie die ursprüngliche Färbung von der Dicke der in Betracht gezogenen Muskelschicht wesentlich abhängt und die Verdünnung das Hauptbedingungsglied des Farbenwechsels bildet. Dieser gehört übrigens zu den schönsten Erscheinungen, die man unter dem

Mikroskope sehen kann. Die nähere Verfolgung desselben dürfte eine grosse Zukunft haben, weil er zur Entscheidung einer ganzen Reihe feinerer Fragen dienen kann. Wir wollen einige Punkte zur Erhärtung dieses Ausspruchs kurz hervorheben.

Hält sich der Druck des Compressoriums unterhalb der Elasticitätsgrenze der Muskelfaser, so kehrt diese zu ihrer frühern Dicke nach dem Aufhören der Pressung zurück. Sie muss dann ihre ursprüngliche Färbung abermals annehmen. Man sieht dieses häufig genug. Lässt man jedoch immer stärkere Drucke in den nachfolgenden Versuchen wirken, so gelangt man endlich zu einer Pressung, nach deren Aufhören nicht die frühere, sondern die einer bleibenden Verdünnung entsprechende Farbe zurückbleibt. Man hat also dann die Grenze der vollkommenen Elasticität überschritten. Ein Tiefenmikrometer, ein mit einer Mikrometerschraube versehenes Compressorium oder eine an der Stellschraube des Mikroskopes angebrachte Gradeintheilung könnte unter diesen Verhältnissen dienen, den Aequivalentwerth für die Grenze der vollkommenen Elasticität aufzufinden.

Die Nachgiebigkeit der Muskelfaser wechselt unzweifelhaft mit den verschiedenen Ernährungs- und Thätigkeitszuständen, die im Leben vorkommen, mit der Todtenstarre, der Fäulniss und den Veränderungen, welche zu hohe oder zu niedere Wärmegrade oder chemische Reagentien erzeugen. Hätte man ein Compressorium, dessen Mikrometerschraube den ausgeübten Druck in äquivalenten Zahlen zu berechnen gestattete, so würde die Verschiedenheit der Grösse des Farbenwechsels, den die Muskelfasern unter den erwähnten mannigfachen Nebenbedingungen für diese Pressung liefern, Rückschlüsse auf die Aenderung ihrer Zusammendrückbarkeit gestatten.

Nennen wir die Stärke der Doppelbrechung den Unterschied des Ablenkungscoefficienten des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles, so entscheidet sie und die Dicke der Muskelfaser, welche Farbe in dem dunkeln Gesichtsfelde des Polarisationsmikroskopes auftritt. Sind wir im Stande, die Dicke durch ein Tiefenmikrometer zu bestimmen, so giebt jeder Zustand, der sowohl, bei welchem das Compressorium noch nicht in Thätigkeit versetzt worden, als eine jede einzelne Zusammendrückungsgrösse, eine Gleichung, in welcher der mit den Newton'schen Ringen in Beziehung gebrachte Aequivalentwerth der Farbe, die entsprechende Dicke und die Stärke der Doppelbrechung vorkommen. Die wiederholte Wirkung des Compressoriums macht es möglich, sich eine grössere oder geringere Anzahl solcher Gleichungen

zu verschaffen und daher die Stärke der Doppelbrechung mehr oder minder genau zu bestimmen. Dieses Verfahren liesse sich natürlich auf alle anderen leicht zusammendrückbaren und Farben gebenden Gewebmassen anwenden.

Da der Querschnitt der Muskelfasern während der lebendigen Zusammenziehung zunimmt, so müssen auch dann die Farben derselben steigen, wenn die Längsflächen der Fasern auf der Ebene des Objectglases liegen. Ich habe schon an einem andern Orte bemerkt, dass man diesen Farbenwechsel, welcher die Verkürzung begleitet, ohne Weiteres sieht, wenn man die Innenfläche eines noch klopfenden Theiles des Froschvorhofes in dem Polarisationsmikroskope flach ausgebreitet hat. Es ergiebt sich aus dem Früheren, dass die genauere Bestimmung des Farbenwechsels berechnen liesse, um wie viel sich die Muskelfaser während der Zusammenziehung verdickt hat. Die Erscheinung kann aber auch manche Belehrung ohne alle Messungen verschaffen.

Ich bediene mich einer einfachen Vorrichtung, um jede Beengung der Muskelverkürzung durch Anheftung oder Reibung unmöglich zu machen. Die Elektroden der treibenden Batterie gehen zu einem Stromwender, dessen Leitungsdrähte wiederum mit der erregenden Spirale eines Schlitten-Magnet-Elektromotors verbunden werden. Ich kann den Stromwender, während ich durch das Mikroskop sehe, schliessen und hierdurch das Hammerwerk des Magnetelektromotors in Gang setzen. Die sehr dünnen Leitungsdrähte der Inductionsrolle desselben führen in der Nähe ihrer Enden Stecknadeln zum Anheften an eine Korkplatte und gehen zuletzt in Spiralwindungen aus, die sich während der Zusammenziehung des Muskels, der an ihren Enden befestigt wird, dehnen und daher nachgeben können. Eine passend durchbohrte Korkplatte kommt auf den Mikroskoptisch. Die Elektrodennadeln werden dann so eingestochen, dass die dünne Muskelmasse über der Durchsichtsöffnung des Mikroskopes in der Luft schwebt. Jene darf natürlich eine gewisse Dicke nicht überschreiten, weil sie sonst keine Polarisationsfarben mehr ihrer Undurchsichtigkeit wegen erkennen lässt. Versucht man, dickere Muskeln grösserer Frösche in hinreichend dünne Lagen durch das Abziehen mit der Pincette zu trennen, so setzt der Zug die Reizbarkeit in hohem Grade herab und zerstört sie oft gänzlich. Ich nehme daher lieber kleinere Frösche, in welchen die meisten geradfaserigen Muskeln die nachdrücklichsten Polarisationsfarben in dem dunkeln Gesichtsfelde zu liefern pflegen.

Wählt man einen Muskel, dessen Empfänglichkeit man durch das Ausziehen der Länge nach vollständig zerstört hat, befestigt ihn auf die oben geschilderte Weise und leitet schwache oder starke Schläge des Magnetelektromotors durch, so ändern sich die Farben in keiner irgend merklichen Weise. Man kann daher sicher sein, dass der auffallende Farbenwechsel, den der Durchtritt der elektrischen Ströme in dem lebenden Muskel erzeugt, von der Zusammenziehung desselben herrührt. Die Verdickung lässt ein Steigen der Färbung erwarten, wenn nicht eine etwa mögliche Abnahme der Stärke der Doppelbrechung den Einfluss der Querschnittszunahme mehr als ausgliche — eine Annahme, die keine Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die Erfahrung entspricht auch in der Regel jener Erwartung. Die in Betracht gezogene Stelle der Bauchmuskeln eines mittelgrossen Frosches gab in der Ruhe lebhaft Orangeroth zweiter Ordnung von ungefähr 998. Zog sie sich kräftig zusammen, so stieg die Färbung zu Grüngelb dritter Ordnung von ungefähr 1426. Ein Bezirk der Bauchmuskeln eines kleinen Frosches lieferte Grün zweiter Ordnung (747 bis 826) in dem Ruhezustande. Die Verkürzung führte theils zu Gelb (910), und theils zu Orangeroth (998).

Ich stellte Versuchsreihen hinter einander an, in denen ich die durchgeleiteten Inductionsströme allmälig verstärkte, indem ich die erregte der erregenden Rolle immer mehr näherte, denselben Bezirk aber in allen Fällen für die Untersuchung beibehielt. Der Schneidermuskel eines kleinen Frosches lieferte Grün zweiter Ordnung (747) im Ruhezustande. Die schwächsten, eben zuerst wirkenden Ströme gaben Gelblichgrün (843), stärkere Röthlichgelb (zwischen 910 und 948) und die stärksten blass Orangeroth (zwischen 948—998). Der Kieferzungenbeinmuskel desselben Thieres hatte an der geprüften Stelle Gelborange (948—998). Schwache Ströme erzeugten Blau (1151), stärkere Grünlichgelb (1426) und die kräftigsten Carminroth (1534).

Diese Untersuchung in polarisirtem Lichte kann unmittelbar zeigen, welche Muskelfasern sich in der That zusammenziehen und welche nur von andern sich verkürzenden Massen fortgeführt werden, da jene die Farbe ändern und diese ihre frühere Färbung beibehalten. Man wird bei dem Vergleiche finden, dass dieses Merkmal, welches das polarisirte Licht an die Hand giebt, oft genug vollständigere Aufschlüsse, als das gewöhnliche Licht liefert. Das asymptotische Ablaufen der Erschlaffung der unmittelbar vorher tetanisirten Muskeln lässt sich ebenfalls nicht selten wahrnehmen. Kehrt der Muskel zu seiner früheren Dicke sogleich zurück, so liefert

er auch abermals die ursprüngliche Polarisationsfarbe. Man findet aber z. B., dass ein Muskel, der Gelborange (910—948) vor der Tetanisation darbot, Orangeroth (998) noch eine Minute nach dem Aufhören derselben zeigt. Da die anhaltende Zusammenziehung den Muskel weicher macht, so kann dass oben besprochene Verfahren, die Zusammendrückbarkeit mittelst der Wirkungen des polarisirten Lichtes zu verfolgen, genauer bestimmen lassen, wie sie durch die Ermüdung steigt und durch die spätere Erholung sinkt.

Obgleich die Nerven weit weniger lebhafte Farben in dem dunkeln Gesichtsfelde, als die Muskeln liefern, so lässt sich doch auch an ihnen der Einfluss der Verdünnung deutlich genug verfolgen. Stämme von der Dicke der Hüftnerven kleinerer Frösche dienen hier am besten. Dickere zeigen natürlich erst die Färbungen, wenn sie die nöthige Durchsichtigkeit in Folge der Zusammendrückung gewonnen haben. Untersucht man eine einzelne ganz frische Primitivfaser, so ist die beobachtete Markschicht zu dünn, als dass sie Farben auf rothem Gypsgrunde, geschweige denn in dem dunkeln Gesichtsfelde lieferte. Die Anhäufung der Fasern in einem nicht zu dicken Nervenstamme führt dagegen sogleich zum Ziele. Der noch reizbare Hüftnerv eines kleinen Frosches gab z. B Gelbröthlich (ungefähr 430) ohne alle Pressung. Die Wirkung des Compressoriums erzeugte zuerst Weiss (259) und dann ein lebhaftes Graublau (158). Etwas ähnliches wiederholte sich an dem Hüftnerven eines grossen Frosches, der zuerst seiner Undurchsichtigkeit wegen weiss erschien, dann an vielen Stellen bei dem Zusammenpressen gelb oder gelbröthlich, bei stärkerem Drucke weiss und bei noch kräftigerem graublau wurde.

Ich bemerkte schon an einem andern Orte, dass man das Kreuz einer homöotropen Krystalllinsenplatte durch ungleichseitige Druckwirkungen allöotrop machen oder unmittelbar (auch ohne Drehung in ihrer Ebene) in zwei auseinanderweichende Hyperbeln auflösen, also eine zweiachsige Beschaffenheit hervorrufen kann. Wird die Elasticitätsgrenze nicht überschritten, so kehren die ursprünglichen Gestalten unmittelbar oder kurze Zeit nach dem Aufhören des Druckes zurück. Giebt eine Linse Pfauenaugen, so kann man die einzelnen Färbungen derselben durch die Wirkungen des Compressoriums ändern. Die parallel der Sehachse geschnittenen Platten der hinteren vorher in Weingeist aufbewahrten Linse der Tintenfische geben die Hyperbeln unter $\pm 45^0$, wie eine parallel der optischen Achse geschnittene Platte. Sie

zeigen überdies häufig die prachtvollsten Pfauenaugen, eben so schön und oft noch regelmässiger, als man dieses z. B. in gekühlten parallelepipedischen Gläsern sieht. Ein solches hatte z. B. im ungepressten Zustande einen schwarzen Kern in der Mitte. Er wurde zunächst von einem rothen, dann von einem grüngelben und endlich von einem hell- und hierauf von einem dunkelblauen Ringe umgeben. Ein nicht sehr starker Druck des Compressoriums machte den Mitteltheil tief apfelgrün. Der rothe Ring wurde hellcarmoisinroth, der grüngelbe gelbgrün und der dunkelblaue hellblau.

Wir haben bis jetzt nur den Fall betrachtet, dass sich der Gegenstand auf dem dunkeln Grunde des Polarisationsmikroskopes befindet. Die Untersuchung der Verhältnisse, wie sie sich nach der Einschaltung einer andern doppelt brechenden Platte, z. B. eines Gypsblättchens von Roth erster Ordnung verhalten, ist um so nothwendiger, als sich hieraus eine nicht unwichtige Folgerung für die mikroskopische Beobachtung überhaupt ergeben wird.

Die Polarisationsfarben, die wir bei dem Gebrauche weissen Lichtes wahrnehmen, entstehen dadurch, dass die Interferenz je eines ordentlichen und ausserordentlichen Strahles einzelne Theile des Spectrums auslöscht und sich dann der Rest zu der Farbe, die wir sehen, als Mischfarbe zusammensetzt. Der Unterschied der Schwingungszustände oder der Phasen von beiden bildet hierbei ein Hauptbestimmungsglied, an welchen Stellen die erhöhende und an welchen die erniedrigende Interferenz auftritt. Das Ergebniss hängt auf diese Art von dem Gangunterschiede der beiden Strahlen ab. Zwei Bedingungen bestimmen denselben, die Stärke der Doppelbrechung oder der Unterschied der Ablenkungscöefficienten des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles, und die Weglängen, welche sie in dem doppelt brechenden Körper durchlaufen müssen. Nennen wir die Dicke von diesem an zwei betrachteten Punkten die gerade Linie, welche auf den beiden Berührungsebenen senkrecht steht, so gleicht jeder schiefe Weg der Dicke getheilt durch den Cosinus des Neigungswinkels. Man kann daher auch in diesem Sinne sagen, dass der Gangunterschied und mithin auch die Polarisationsfarbe von der Stärke der Doppelbrechung und der Dicke des doppelt brechenden Körpers abhängt.

Ein Gypsblättchen von Roth erster Ordnung, wie man es für die mikroskopischen Untersuchungen braucht, hat eine theoretische Dicke von ungefähr 0,065 oder $^1/_{15}$ Millimeter. Die Achsenebene oder der benutzte Hauptschnitt desselben

enthält die Achsen des grössten und des kleinsten Brechungsverhältnisses von den mittleren Werthen 1,5297 und 1,5206. Untersuchen wir einen mikroskopischen Körper, wie z. B. ein Stärkmehlkorn oder eine Nervenfaser auf rothem Gypsgrunde, so ist schon seine Dicke gegenüber der des Gypsblättchens klein und die Veränderung, welche der Druck des Compressoriums zu erzeugen vermag, noch kleiner. Dieser muss daher einen geringeren Farbenwechsel herbeiführen, wenn die Zusammendrückung die Stärke der Doppelbrechung nicht wesentlich ändert. Man hat schon hierin eine der Ursachen, wesshalb man Stärkmehlkörner auf rothem Gypsgrunde stark pressen kann, ohne dass das der Richtung der Achsenebene des Gypses entsprechende Blau und das auf ihm senkrechte Gelb im Wesentlichen wechseln. Setzt man aber den Druck so lange fort, bis man die Masse gänzlich trennt und zermalmt, so kehrt der rothe Gypsgrund wieder, weil die Doppelbrechung an den entsprechenden Stellen aufhört oder für unser Auge unmerklich wird. Man hat eben die sie erzeugende Schichtung beseitigt.

Besitzt ein Gewebe eine kräftige Doppelbrechung, so bedarf es eines um so stärkeren Druckes, um einen merklichen Farbenwechsel auf dem rothen Gypsgrunde zu erzeugen, wenn der Druck nur die Plattendicke, nicht aber die Doppelbrechung ändert. Man sieht dieses schon an den Nerven, die unter $+ 45^0$ auf dem rothen Gypsgrunde eingestellt, ihre gelbe Farbe erst unter starkem Drucke spurweise ändern. Wir haben oben gesehen, wie leicht die Muskeln ihre Polarisationsfarben durch mässige Drucke wechseln lassen, wenn man sie auf dem dunkeln Grunde des Polarisationsmikroskopes betrachtet. Wiederholt man die Untersuchung nach der Einschaltung eines Gypsblättchens von Roth erster Ordnung, so tritt ein nicht geringerer Wechsel erst sbei sehr kräftigen Druckwirkungen auf. Der Achsenebene des Gypses parallel gestellte und daher blau erscheinende quergestreifte Muskelfasern ändern häufig diese Farbe nicht unter sehr starkem Drucke. Andere, die ihrer Dicke wegen in derselben Lage gelb erscheinen, erhalten oft erst bei dem stärksten Druck einen Stich in das Grüne.

Der geringe Erfolg dieser Versuche muss übrigens mit dem Charakter der doppelt brechenden Masse wechseln. Der Gyps gehört zu den positiven Körpern. Liegt der Hauptschnitt eines eingeschalteten positiven Körpers in derselben Richtung, wie die orientirende Achsenebene des Gypses, die einen Hauptschnitt ebenfalls bildet, so hat man eine parallele Ver-

doppelung. Die Farbe des rothen Gypsgrundes steigt daher zu Blau, Grün oder Gelb zweiter Ordnung. Drücken wir den eingeschalteten Gewebkörper zusammen, ohne dass sich die Stärke seiner Doppelbrechung wesentlich ändert, so muss die Farbe sinken, weil die Hinzufügungsplatte dünner wird. Das Gelb nimmt daher auch z. B. einen grünlichen Ton an, wie wir oben an dem Beispiele der Muskelfaser gesehen haben. Steht dagegen die Hauptebene eines negativen Einschaltungskörpers parallel der Achsenebene des Gypses oder die einer positiven senkrecht auf ihr, so hat man eine gekreuzte Verdoppelung. Die Farbe des rothen Gypsgrundes geht daher zu Dunkelroth, Orange, Gelb, oder Weiss erster Ordnung hinab. Drückt man jetzt die eingeschaltete Gewebmasse zusammen, so steigt die Farbe, weil die dem positiven Gypse entgegenwirkende Platte dünner wird.

Die Untersuchung der Nervenfasern lieferte mir einen schönen Beleg für die eben erläuterte Auffassungsweise. Der Markcylinder ist in Bezug auf seine Längsachse negativ. Untersucht man weder zu dünne noch zu dicke Nervenstämmchen auf dem rothen Gypsgrunde, so dass sie ihrer Länge nach parallel der unter $\pm$ 45° eingestellten Achsenebene des Gypses dahingehen, so erkennt man schon eine gelbliche bis gelblichweisse Färbung als Zeichen, dass hier eine schwache Spur von Doppelbrechung vorhanden ist, dass sie, wie ich mich an einem andern Orte ausdrückte, potentiell vorkommt. Die einzelnen Primitivfasern zeigen sie erst nach Maassgabe als ihre Gerinnung vorschreitet. Man verstärkt die Doppelbrechung, so wie man das Präparat unter Glycerin bringt. Kreuzt man dann zwei Nervenstämmchen senkrecht oder rollt eines kreisförmig ein, so kann man leicht einen Theil der parallel der Achsenebene des Gypses dahingeht und daher gelb erscheint, und einen andern, dessen Längsachse senkrecht auf der Achsenebene des Gypses steht und deshalb in dünneren Nerven blau und in dickeren grün ist, in dem Gesichtsfelde auf ein Mal haben. Derjenige, der blau oder grün wird, erhöht also die Farbe des rothen Gypsgrundes, weil die Hauptschnitte beider einander senkrecht kreuzen und der Gyps positiv, das Nervenmark dagegen negativ ist. Lässt man nun das Compressorium wirken, so geht oft das Grün bei mehr oder minder starkem Drucke in Hellblau bis Indigo über, indem die negative Einschaltungsplatte dünner wird, also dem positiven Gypse weniger entgegenwirkt und mithin die Farbe von Grün zu Blau erhöht, so wie der Hauptschnitt des Nerven und der des Gypses immer noch einander rechtwinklig schneiden. Ich konnte keine Aenderung des

Gelb an dem der Achsenebene parallelen Nervenstücke bemerken, wenn der Druck das Grün des andern tief blau gemacht hatte. Man sieht hieraus, wie sehr die Feinheit der Farbenauffassung unseres Auges von der Beschaffenheit der zu unterscheidenden Farbentöne selbst abhängt.

Ich habe übrigens ähnliche Erfahrungen an Muskelfasern gemacht. Ich theilte z. B. den Schneidermuskel eines kleinen Frosches in zwei ungefähr gleiche Hälften durch einen die Mitte der Länge durchsetzenden Schnitt und legte die eine Abtheilung senkrecht zur andern. Fasern, deren Längsachsen der Achsenebene des Gypses parallel gingen, änderten den rothen Gypsgrund in Grün und solche, die auf der Achsenebene senkrecht standen, in Gelb um. Während sich diese letztere Farbe bei stärkstem Pressen kaum änderte, sank das Grün an vielen Stelle zu Roth, so wie der Druck eine bedeutende Grösse erreicht hatte.

Die Nervenstämme liefern noch häufig ein anderes Mittel, den oben erläuterten von dem Charakter der Doppelbrechung abhängenden Unterschied zur Anschauung zu bringen. Während die Markmasse in Bezug auf die Längsachse negativ ist, besitzt das Bindegewebe, welches das Neurilem bildet, eine positive Beschaffenheit für dieselbe Richtung. Hat man daher die Längsachse des Nerven der unter $\pm$ 45 ^{0} eingestellten Achsenebene des Gypses parallel gelagert, so giebt die Markmasse Gelb, das Neurilem dagegen Blau. Lässt man nun das Compressorium mit solchem Nachdruck wirken, dass merkliche Aenderungen der Farben zum Vorschein kommen, so muss die des Markes steigen und die des Neurilems sinken. Ein Beispiel, das einem kleinen Aste des Schienbeinnerven eines winterschlafenden Murmelthieres entlehnt ist, kann wiederum die Richtigkeit dieser Folgerung bestätigen. Der rothe Gypsgrund lieferte:

	Nervenmark.	Neurilematische Hülle.
Ungepresst . .	Gelbröthlich (zwischen 332 und 505)	Blau bis Grün (728)
Gepresst . . .	Röthlicher (über 505)	Indigoblau (589)
Noch stärker	Roth (536)	An einzelnen Stellen Roth (551).

Ueber die nach Durchschneidung des Trigeminus am Auge eintretende Ernährungsstörung.

Von

M. Schiff.

Im so eben erschienenen Hefte dieser Zeitschrift hat G. Meissner eine interessante Beobachtung an einem Kaninchen veröffentlicht, bei welchem nur der innere Rand der grossen Partie des Trigeminus verletzt worden war, und bei welchem sich die Ernährungsstörung des Auges, trotz fortdauernder Empfindlichkeit des letzteren, gerade so eingestellt hatte, wie nach vollständiger Durchschneidung des Augenastes. Meissner sucht diesen Fall zu benutzen, um diejenige Auffassung der bekannten Ernährungsstörung zu stützen, welche ich zuerst in der Dissertation von Hausser (Paris, 1858), dann in Cannstat's Jahresbericht für 1857 und in meiner Nervenphysiologie (p. 387) nach Versuchen an Kaninchen ausgesprochen und welche dann auch von Meissner und Büttner nach eigenen sehr vollständig gelungenen Versuchen vertheidigt worden ist (Diese Zeitschr. 1862).

Das Zusammentreffen der Augenentartung mit einer leichten Verwundung des Trigeminus, ohne Verlust des Gefühles, könnte aber, meint Meissner, von den Gegnern unserer Ansicht leicht für ein zufälliges erklärt werden, und dies um so mehr, als der von ihm beschriebene Fall allein dastehe und es nicht dem Belieben des Experimentators anheimgestellt sei, einen ähnlichen Fall zur Anschauung zu bringen.

Ich habe vier Fälle beobachtet, in welchen nach einer Verletzung des Trigeminus im Schädel bei Thieren sich innerhalb der ersten Tage nach der Operation die bekannte Hyper-

ämie, die starke Secretion der Conjunctiva und die Trübung der Cornea einstellte, obgleich die Empfindlichkeit des Auges und seiner Umgebung erhalten war. Sehen wir von einem dieser Fälle bei einem Kaninchen ab, bei welchem die Empfindlichkeit des oberen Augenlides und der oberen Hälfte des Bulbus, obwohl vorhanden, doch offenbar etwas geschwächt war, so bleiben uns noch drei Fälle, bei denen die Empfindlichkeit sich wenigstens zwanzig Minuten nach der Verwundung und später bis zum Tode vollkommen normal zeigte.

Bei dem ersterwähnten Kaninchen sollte der N. oculomotorius gezerrt werden, ohne zu zerreissen. Es wurde desshalb dem nicht sehr vollständig ätherisirten Thiere ein kleines starkes Messerchen, in der Form des von Longet vorgeschlagenen Neurotoms, von aussen in die Falte der Dura mater mit dem Rücken nach oben eingeführt, so dass es zwischen Oculomotorius und Trigeminus zu liegen kam, und es wurden dann einige schwache Hebelbewegungen der Art ausgeführt, dass der Oculomotorius nach oben und vorn gezerrt werden musste. Während der Operation entstanden starke Reflexbewegungen, das Messer wurde herausgezogen und die Pupille, welche bei gelungenen Versuchen der Art deutlich erweitert ist, zeigte sich stark verengt. Sie fing indessen sehr bald an, sich wieder zu erweitern und war gegen Licht nicht mehr empfindlich. Die Bewegungen des Auges erhalten. Die Empfindlichkeit fehlte nirgends, aber war am oberen Augenlid und der oberen Hälfte des Augapfels, besonders nach aussen, sehr schwach. Nach $^3/_4$ Stunden hatte hier aber die Sensibilität schon wieder zugenommen und den andern Tag, als das Auge sich schon sehr hyperämisch und die Cornea schwach opalisirend zeigte, war die Empfindlichkeit noch gewachsen. Am dritten Tag Fortschritt der Augenentartung neben abermaliger Zunahme der Empfindlichkeit, die am vierten Tage nicht mehr von der der anderen Seite unterschieden werden konnte, während die Entartung die bekannten Fortschritte machte. Ptosis war nie vorhanden gewesen. Den fünften Tag durch Belladonna getödtet. Der mittlere Theil des Ganglion Gasseri im Niveau der Ablösung des N. maxill. inferior war von seiner Hülle entblösst und zeigte einen vom äusseren nach dem inneren Rande verlaufenden und hier sich etwas verbreiternden röthlich grauen Striemen, welcher weder erhöht, noch deutlich abgeplattet war.

Die drei Beobachtungen mit vollständig erhaltener Empfindlichkeit betreffen zwei Katzen und ein Kaninchen. Bei letzterem hatte ich versucht, den mittleren Kleinhirnschenkel

möglichst nahe dem Pons von aussen und vorn her zu durchschneiden. Obgleich die Durchschneidung, wie die Section zeigte, nicht ganz vollständig war, entstanden die bekannten Bewegungsstörungen, welche aber nur zwei Tage anhielten, worauf dann nur die schiefe Stellung des Kopfes und der Strabismus zurückblieb. Sogleich nach der Operation, bei welcher das Thier einen Schrei ausstiess, starke Verengerung der Pupille der entsprechenden (linken) Seite. Die Empfindlichkeit des Auges erhalten. Die Pupille nach zwei Stunden wieder erweitert, aber der Bulbus injicirt. Bis zum sechsten Tage eine fortschreitende Veränderung des Auges wie nach Durchschneidung des Quintus. Die Cornea war weiss, undurchsichtig geworden. Am 6ten Tage hatte aber die Hyperämie etwas abgenommen und am 7ten war keine neue Zunahme eingetreten. Am 8ten Tage Hyperämie noch schwächer, die weisse Trübung der Cornea bekommt am Rande ein bläuliches, mehr durchsichtiges Ansehen. Am 9ten Tage ist die Klärung des Randes der Trübung etwas mehr vorgeschritten, aber das Thier ist matt und stirbt gegen Abend. Der Schnitt ist etwa 1 Millimeter nach aussen und oben vom Austritt des Trigeminus und vom untern Wundrande aus erstreckt sich eine rothe bluttingirte Stelle bis in die grössere Wurzelportion des Trigeminus hinein. Ein Durchschnitt durch die Wurzel zeigt dieselbe innen und vorn gelbroth und die Färbung verliert sich allmälig nach aussen und hinten. Herr Prof. Aug. Förster, dem ich das Thier im Leben zeigte, hat der Section beigewohnt.

Bei einer kleinen Katze hatte ich versucht, den Ram. ophthalmicus in der Schädelhöhle isolirt zu durchschneiden; dieselbe war wie die folgende unter einer Glocke ätherisirt worden. Als beim bald erfolgten Erwachen des Thieres das Auge sich empfindlich zeigte, wurde die Operation als misslungen betrachtet, aber schon nach 15 Minuten zeigte sich sehr deutlich die neuroparalytische Hyperämie und die Augenveränderung erschien und gestaltete sich in den fünf folgenden Tagen wie bei anderen Katzen desselben Alters, bei denen die Operation gelungen war. Die Section ergab am 6ten Tage, ganz ähnlich wie in dem Meissner'schen Falle, eine Anritzung des inneren Randes des N. ophthalmicus durch den neurotomischen Haken. Kein Bluterguss in der Schädelhöhle.

Einer anderen Katze wurde versucht, die grössere Portion des Quintus zu durchschneiden. Man bediente sich des geraden Longet'schen Neurotoms. Als der Schnitt ausgeführt

werden sollte, machte das nicht ganz vollkommen ätherisirte Thier eine Bewegung. Das Instrument wurde während des Niederdrückens zurückgezogen und nach dem Erwachen schien die Katze normal. Die Sensibilität im Bereich des Quintus erhalten (die Zungenwurzel war schon lange vor der letzten Operation empfindungslos). Aber nach etwa 1 Stunde zeigte sich schon beginnende starke Injection einzelner Stellen der Conjunctiva und die folgenden Tage bildete sich die Augenveränderung aus. Am fünften Tage getödtet, zeigte sich am mittleren Theile des Ganglion Gasseri entsprechend der Spur des Messers eine deutliche Depression, die quer über das Ganglion hingehend am inneren Rande am stärksten war und sich nach aussen verlor. Eine wahre Continuitätsverletzung der Nervensubstanz wurde nicht bemerkt.

Nur im ersterwähnten Falle, auf den ich weniger Gewicht lege, wurde das Thier mit dem Kopfe in einer Blase ätherisirt, so dass das Auge hierdurch einer unbemerkten Reizung ausgesetzt gewesen sein konnte, und nur in diesem ersten Falle geschah die übrigens vorsichtig ausgeführte Untersuchung der Empfindlichkeit des Auges mittelst der Gummisonde so häufig, dass die Gegner unserer Ansicht hierin etwa eine besondere mechanische Reizung zu vermuthen berechtigt wären.

Ich habe übrigens schon in früheren Arbeiten darauf aufmerksam gemacht, dass es pathologische Beobachtungen am Menschen giebt, bei denen wir bei erhaltener Sensibilität des Auges, nach der Beobachtung im Leben und dem Ergebniss der Section eine neuroparalytische Hyperämie und eine der an Thieren künstlich erzeugten ähnliche Ernährungsveränderung des Auges als Folge einer partiellen Erkrankung des fünften Paares betrachten müssen. Hierher gehört ausser der von mir in meiner Arbeit von 1855 schon ausgezogenen Beobachtung von Landmann noch ein ausgezeichneter Fall von Bock (Ugeskrift for Läger. 1842. VII), ausgezogen in Müller's Archiv, 1844. p. 47, und solche Fälle waren es gerade, welche zuerst meinen Verdacht gegen die Lehre von Snellen erweckten und mich zu neuen Versuchen aufforderten.

Ueber die Verschiedenheit der Aufnahmsfähigkeit und Leitungsfähigkeit in dem peripherischen Nervensystem.

Von

M. Schiff.

In seinem geschätzten Jahresberichte für 1865 scheint Prof. Meissner bei Gelegenheit der Besprechung einer Arbeit Grünhagen's auf's Neue die von mir bereits in meinem Lehrbuche der Nervenphysiologie versuchte Unterscheidung zwischen der Aufnahmsfähigkeit und der Leitungsfähigkeit der sensibeln und motorischen Nerven zu bezweifeln.

Ich glaube an den betreffenden Stellen der angeführten Schrift die Gründe und die Thatsachen zusammengestellt zu haben, welche eine solche Unterscheidung rechtfertigen. Allerdings hat ein Jahr später Herr Prof. Pflüger in seiner „Physiologie des Elektrotonus" eine Theorie der Nervenleitung aufzustellen versucht, welche einen grossen Theil der von mir zu Gunsten meiner Unterscheidung angeführten Beobachtungen von einem ganz anderen Standpunkte aus erklären könnte. Ueber die Zulässigkeit der Pflüger'schen Theorie habe ich mir noch kein sicheres Urtheil bilden können. Ihre nächste Zukunft wird wesentlich davon abhängen, ob sie an die Allgemeingültigkeit der in dem Pflüger'schen Werke aufgestellten „Gesetze" nothwendig gebunden ist, oder ob sie sich auch von diesen „Gesetzen" getrennt noch zu behaupten vermag. Aber, wie dem auch sei, wird die von mir angeregte Unterscheidung nicht aufzugeben sein, da Pflüger's Theorie nicht alle Thatsachen erklären kann.

Es ist in meinen früheren Arbeiten schon darauf hingewiesen worden, dass die erste Idee der Möglichkeit und Zulässigkeit einer solchen Unterscheidung in mir durch die Wahrnehmung angeregt wurde, dass die ästhesodische und kinesodische Substanz des Rückenmarkes, welche Bewegungs- und Empfindungseindrücke noch vielseitiger als die Nervenstränge leiten, auch gegen die stärksten directen Reizungen unempfänglich sind. Wir haben also hier die nervöse Leitungsfähigkeit getrennt von der Fähigkeit, äussere Reize in Nerventhätigkeit zu verwandeln.

Diese Beobachtungen zeigen nur die Möglichkeit der Unterscheidung im Allgemeinen und noch nicht direct deren Zulässigkeit für die peripherischen Nerven.

Ich bin jetzt im Stande. neue Beobachtungen anzuführen, welche zeigen, dass auch bei peripherischen Nerven die Aufnahmsfähigkeit für äussere Reize nicht mit absoluter Nothwendigkeit an die Leitungsfähigkeit gebunden ist.

Bei kaltem Wetter unterbinde man die beiden Schenkel einer Anzahl von Fröschen (ich nahm nur Rana esculenta), so dass die Circulation aufgehoben, aber die Nerventhätigkeit nicht gestört ist. Dann bringe man einen Tropfen Coniin in den Mund und überlasse die Thiere sich selbst unter einer Glocke über Wasser. Nach 7 bis 12 Stunden hat man am sonst bewegungslosen Thiere nur noch Reflexbewegungen in den Hinterfüssen. Wenn diese sehr schwach geworden, aber wenigstens nach Erregung eines unterbundenen Theiles im Hinterfusse der anderen Seite noch deutlich sind, präparire man rasch bei allen den Plexus lumbaris mit dem Schenkeltheile des N. ischiadicus und den Muskeln des Unterschenkels und des Fusses und bringe sie auf eine trockene, gut isolirende Unterlage.

Man kann nun die stärksten galvanischen Reize und mächtige Inductionsschläge (natürlich mit der gehörigen Vorsorge gegen unipolare Wirkungen) auf den eben noch thätigen Plexus bis zur früheren Unterbindungsstelle einwirken lassen, es entsteht keine Zuckung, der Fuss bewegt sich aber sogleich, wenn der Nerv jenseits der früheren Unterbindung gereizt wird. Druck und chemische Reize (Kochsalz und Kali) wirken nicht auf der ästhesodisch gewordenen Stelle. Man muss natürlich ein bestimmtes eng begrenztes Stadium der Vergiftung treffen, denn wo dieselbe noch nicht genug fortgeschritten ist, bleibt der Nerv noch reizbar, und kommt man etwas zu spät, ist der Nerv schon todt und die Reflexe an den Hinterfüssen haben aufgehört. Man muss darum den

Versuch an mehreren Fröschen vorbereiten, um eine Anzahl günstiger Erfolge zu haben. Durch einen besonderen Versuch habe ich mich vor dem Verdachte gewahrt, dass der Nerv, während er die Erregung des Rückenmarks leitete, vielleicht noch reizbar war, dass aber das Gift in diesem Stadium die Eigenschaft besitze, die Reizbarkeit des Nerven sogleich nach seiner Trennung verschwinden zu machen. Der normale Nervenstrom und der Elektrotonus des so umgestimmten Nerven sind erhalten. Merkwürdig ist das Verhalten der negativen Stromesschwankung. Reizt man den centralen vergifteten Theil und prüft den peripherischen nicht vergifteten, so fehlt diese Schwankung entweder ganz oder zeigt sich nur (in anderen Fällen) in höchst zweideutiger Spur. Kehrt man aber den Nerven um, so dass der peripherische Theil desselben gereizt wird, so zeigt sich im centralen vergifteten die negative Schwankung mit völliger Klarheit wie im normalen Nerven. Diese Versuche gelingen auch in einem bestimmten Stadium der Vergiftung mit Curare (bei kaltem Wetter ebenfalls nach 10—14 Stunden).

Die vielfach bezweifelte Angabe der Elektrotherapeuten, dass der Nerv in manchen Krankheiten den Willenseinfluss gut leiten, aber für den galvanischen Reiz ganz unempfindlich sein könne, muss in Hinblick auf die oben mitgetheilten Erfahrungen sehr an Bedeutung gewinnen.

Messungen an Hühnerembryonen und Bildungsabweichungen des Schwanzendes des Primitivstreifens.

Von

Prof. **E. Dursy** in Tübingen.

(Hierzu Tafel VI.)

In meiner kürzlich erschienenen Abhandlung über den Primitivstreifen des Hühnchens*) habe ich eigene Messungen noch nicht vorgebracht und wenn ich solche jetzt nachtrage, so geschieht dies zur Vervollständigung der Lehre von dem Primitivstreifen sowie zur Aufstellung einiger Wachsthumsgesetze der Uranlage des Hühnchens überhaupt. Messungen an solchen Objecten haben, wie ich schon früher bemerkte, ihre grossen Schwierigkeiten wegen der unbestimmten Abgrenzung der Anlagen und weil die letzteren in ihrem Auftreten und ihrer weitern Entwicklung kleineren und grösseren Schwankungen der Zeit und Grösse unterliegen. Solche Messungen können niemals genau sein und es wachsen die Fehler mit der Ueberschreitung einer sehr bald erreichten Grenze der Genauigkeit der Messung und der Stärke der durch das Mikroskop erzielten Vergrösserung. Brütversuche, welche ich in diesem Frühjahr (März und April) anstellte, gaben mir bezüglich der Zeitverhältnisse Resultate, die mit den von mir sonst in Sommermonaten erhaltenen Ergebnissen durchaus nicht übereinstimmen wollen. Solche Klagen werden zwar schon längst von den Embryologen geführt und ich

*) Der Primitivstreif des Hühnchens. Lahr 1867.

wiederhole sie nur, weil ich die zeitlichen Verschiedenheiten der Entwicklung, je nachdem man im Frühjahr oder Hochsommer seine Untersuchungen anstellt, nicht so gross dachte. So musste ich z. B. auf den Primitivstreif, der in den Monaten Juni, Juli und August um die 12. bis 15. Stunde zu erscheinen pflegt, oft 20 bis 25 Stunden und darüber warten. Bemerken will ich dabei, dass die Eier, alsbald nachdem sie gelegt waren, aus dem Neste in den Brütofen gebracht wurden und letzterer, der sehr gut eingerichtet ist, den ganzen Tag über von mir selbst, in der Nacht dagegen von dem Anatomiediener sorgfältig überwacht wird, so dass diese auffallenden Verschiedenheiten andere Gründe haben müssen.

Mit meinen hier niedergelegten Messungen bezwecke ich zunächst nur die Feststellung der Grössenverhältnisse des Primitivstreifens und der übrigen Uranlage des Hühnchens, um auch dadurch die Richtigkeit meiner früher gemachten Angaben zu bekräftigen, dass der Primitivstreif nicht unmittelbar an der Herstellung der Uranlage des Hühnchens sich betheiligt. Messungen zeigen, dass der Primitivstreif, während die Uranlage des Hühnchens v o r seinem Kopfende erscheint, an Länge nicht mehr zunimmt, sondern längere Zeit hindurch eine Länge von meist 2 Mm. beibehält, während der Embryo rasch sich verlängert. Erst mit dem Auftreten der Urwirbel beginnt die Abnahme des Primitivstreifens und am Ende des zweiten oder Anfang des dritten Tages ist nur noch das Kopfende des Primitivstreifens als Schwanzanschwellung des Embryo übrig. Ferner beweisen Messungen, dass die anfangs schildförmig ausgebreitete Uranlage des Hühnchens von dem Kopfende des Primitivstreifens in der Richtung nach vorn sich verlängert, von beiden Seiten her aber sich zusammenzieht; daher z. B. die dickere Schildmitte, welche die obere Hälfte des Primitivstreifens umkreist, und welche die Uranlage der Rückenplatten im weiteren Sinn enthält, anfangs eine Breite von $1^3/_4$—2 Mm. besitzt, allmälig aber sich verschmälert und schliesslich mit dem Erscheinen der Urwirbel in eben dieser Gegend auf eine Breite von $^1/_4$—$^1/_2$ Mm. herabsinkt. Absolute Verschmälerungen bei fortschreitender Verlängerung zeigt auch die Schildperipherie, welche die Anlage der Bauchplatten im weiteren Sinn enthält, ferner der Fruchthof, Area pellucida, an gewissen Stellen, und ich könnte noch viele Beispiele dieser Art anführen. Welche Vorgänge hierbei stattfinden, hat sich bisher. durch directe Beobachtungen noch nicht ermitteln lassen

Manche Embryologen denken dabei an eine Wanderung der Moleküle in dem Sinne, wie z. B. von *Baer* für den Primitivstreif angenommen wurde. Die in dessen Axe liegenden Moleküle sollen nachträglich wieder nach beiden Seiten auswandern und dadurch die Bildung einer von zwei Längswülsten begrenzten Rinne veranlassen. Querschnitte sprechen gegen diese Vorstellung, wie ich schon früher darlegte. Gewiss jedoch spielen auch Bewegungen der Moleküle in der Entwickelungsgeschichte, namentlich in einer Zeit, in welcher der Blutkreislauf noch fehlt, eine Rolle und können zur Erklärung mancher Erscheinungen benutzt werden. Geschieht dies aber in der Weise, wie wir es in einer Abhandlung von Moleschott (Untersuchungen, X. „Zur Embryologie des Hühnchens", I.), lesen, so wird wohl kein Embryologe sich versucht fühlen, solchen Anschauungen sich anzuschliessen. Im Uebrigen jedoch hat Moleschott das Verdienst, zuerst zahlreiche und verschiedene Anlagen betreffende Messungen an Hühnerembryonen angestellt zu haben. Leider kann ich einen nur ganz beschränkten Gebrauch davon machen, da ich bei so unbestimmt begrenzten Objecten wenigstens für allgemeinere Verhältnisse, worauf es mir hier allein nur ankommt, die Anwendung von gar zu kleinen Bruchtheilen von Millimetern für unnöthig und in vieler Hinsicht selbst für bedenklich halte. Ich machte nach vielen Versuchen die Erfahrung, dass mässig erhärtete Embryonen bei Anwendung einer nur 5—6maligen Vergrösserung und bei einer nicht unter den 4. bis 5. Theil eines Millimeters hinabgehenden Messung für meinen nur die grösseren Anlagen der zwei ersten Tage betreffenden Zweck die sichersten Resultate lieferten. Ausser dieser Verschiedenheit des Zweckes und der Methode der Untersuchung ist es aber die noch viel grössere Verschiedenheit der Deutung der zu messenden Dinge, welche mir einen umfassenderen Gebrauch der Moleschott'schen Messungen unmöglich macht.

Da, wie gesagt, meine Messungen für jetzt nur das Verhältniss des Primitivstreifens zur Uranlage des Embryo beleuchten sollen, so beschränke ich mich auf den ersten und zweiten, sowie auf den Anfang des dritten Tages der Bebrütung. Zu diesem Zwecke mass ich 70 erhärtete und in Farrant's Flüssigkeit aufbewahrte Hühnerembryonen und stelle dieselben in vier Gruppen zusammen, von welchen die erste den noch einfachen Primitivstreif zeigt; in der zweiten Gruppe ist der Primitivstreif mit einer Rinne versehen, in der dritten erscheint die Chorda dorsalis, gesonderte Urwirbel

dagegen fehlen noch. Die vierte Gruppe enthält Embryonen mit Urwirbeln. In jeder Gruppe richtet sich die Reihenfolge nach der Länge der Embryonen, nicht nach der Länge des Primitivstreifens. Die Zahlen bedeuten überall Millimeter.

1. Gruppe.

Embryonen mit einfachem Primitivstreif.

Die Anlage des Embryo erscheint als ein Schild, an dem man eine dickere scheibenförmige Mitte und eine dünnere Peripherie unterscheidet. Letztere fällt in ihrer Ausdehnung nahezu mit dem Fruchthof (Area pellucida) zusammen, so dass in dieser Zeit der Entwicklung die Grösse des Fruchthofes ungefähr das Maass der Schildausdehnung, also der embryonalen Uranlage abgiebt. Vor dem Erscheinen des Primitivstreifens betrug der Durchmesser des noch kreisförmigen Fruchthofes, also ungefähr auch des Embryonalschildes, 3 Mm., wovon $1^3/_4$ Mm. die dunklere Schildmitte betrafen. Sechs mit einfachem Primitivstreif versehene Embryonen zeigten folgende Maasse:

Nummer des Embryo.	Primitivstreif.		Fruchthof.		Schildmitte.
	Länge.	E. F.[1])	Länge.	Breite.	Breite.
1	$1^1/_4$	$1^1/_4$	$2^3/_4$	2	
2	2	$^1/_2$	3	2	
3	$1^1/_2$	$^4/_5$	3	3	$1^4/_5$
4	$1^1/_3$	$1^1/_2$	$3^1/_4$	3	
5	2	$^3/_4$	$3^2/_5$	3	$1^3/_5$
6	$1^3/_4$	$1^1/_4$	$3^1/_2$	$2^3/_4$	

Der einfache Primitivstreif reicht mit seinem Kopfende anfangs nur wenig über die Mitte des Fruchthofes hinaus, nähert sich aber mit zunehmender Länge dessen Kopfrande, während das Schwanzende des Primitivstreifens schon von Anfang an den hintern Fruchthofrand völlig oder nahezu berührt und diese Lage auch beibehält. Daraus ersieht man, dass der Primitivstreifen vorzugsweise in der Richtung von hinten nach vorn sich verlängert, der Fruchthof aber nicht gleichen Schritt hält, so dass die anfängliche etwa $1^1/_4$—$1^1/_2$ Mm. betragende Entfernung des Kopfendes des Primitivstreifens von dem entsprechenden Fruchthofrand auf $^1/_2$ Mm. sinkt.

[1]) Entfernung des Kopfendes des Primitivstreifens vom Kopfrande des Fruchthofes.

Die Breite blieb sich überall ziemlich gleich und betrug etwa $^1/_4$ Millimeter.

Vergleicht man mit meiner Tabelle die entsprechende Tabelle von Moleschott (a. a. O. Tab. II. S. 13), so können streng genommen die Zahlen aus den oben angegebenen Gründen nicht direct mit einander verglichen werden. Jedoch scheint die durch die Behandlung der Embryonen geschehene Verschiedenheit nicht erheblich zu sein, da in der That keine bedeutenden Unterschiede zwischen den von Moleschott und den von mir gefundenen Werthen sich ergeben. Nach Moleschott beträgt die mittlere Länge des einfachen Primitivstreifens etwas weniger als 2 Mm., die Breite etwas weniger als $^1/_4$ Mm., die Fruchthoflänge etwas über 3 Mm. (die Breite ist nicht angegeben), die Entfernung des Kopfendes des Primitivstreifens vom obern Fruchthofrand durchschnittlich etwas weniger als 1 Millimeter. Auch die Entfernung des Schwanzendes des Primitivstreifens vom hintern Fruchthofrand wird von Moleschott gemessen, was ich absichtlich unterlassen habe, da eine solche entweder gar nicht existirt, oder meist nur äusserst gering ist und dann in Folge einer hier befindlichen rundlichen und unbestimmt abgegrenzten Anhäufung von Bildungsstoff meist nicht näher zu bestimmen ist. Moleschott spricht in dieser Tabelle von Länge und Breite des Embryo, worunter er den Primitivstreif (!) meint, dabei aber den wahren in dem Schilde enthaltenen Embryo übersieht. Da derselbe wegen seiner unbestimmten Abgrenzung nicht genau gemessen werden kann, so kann dafür, wie ich oben angab, annähernd das Maass des Fruchthofes eingesetzt werden. So besitzt nach meiner Tabelle z. B. ein 3 Mm. langer und 2 Mm. breiter Embryo einen 2 Mm. langen Primitivstreifen. Die dickere scheibenförmige Schildmitte, welche die Uranlage der Urwirbelplatteu und der Medullarplatten, also der Rückenplatten im weiteren Sinn, enthält, hat in dieser Zeit der Entwicklung eine Breite von $1^3/_4$—$1^4/_5$ Millimeter.

Nicht mit allen von Moleschott aus seiner Tabelle abgeleiteten Folgerungen bin ich einverstanden. Dass der (einfache) Primitivstreif rascher wächst als der Fruchthof, kann ich bestätigen. Für unbewiesen aber halte ich genauere Bestimmungen über das Wachsthumsverhältniss beider Theile. Dazu müsste auch die Zeit der Bebrütung berücksichtigt werden, die jedoch wegen der Ungleichheit der Grösse und Ausbildung gleichalter Embryonen keinen Werth hat.

Maasse über Länge und Breite des einfachen Primitivstreifens von solcher Höhe, wie sie von Baer und Remak angegeben werden, habe ich niemals, auch nicht an frischen Embryonen, wahrgenommen.

2. Gruppe.

Primitivstreif mit Rinne, Chorda fehlt (Fig. 1).

Nummer des Embryo.	Primitivstreif.		Fruchthof.		Schildmitte.
	Länge.	E. F.[2])	Länge.	Breite.	Breite.
1	1 3/4		2 3/4		
2	1 3/4	1	2 3/4		
3	1 3/4		2 4/4	2 1/2	
4	2	1	3	2 1/2	1 1/2
5	2	1	3	2 1/2	
6	1 3/4	1 1/4	3	2 3/4	2
7	2	3/4	3 1/4	2	
8	2	3/4	3 1/4	2	
9	2 1/4	3/4	3 1/4	3	
10	2 1/4	3/4	3 1/2	2	1 1/2
11	2	1 1/4	3 1/2	2 1/2	1 1/4
12	2 1/4	1	3 1/2	3	2
13	2	1 1/2	3 2/3	2 1/2	1 3/4
14	2	1 1/4	3 3/4	2	1 1/5
15	2	1 1/4	3 3/4	3 1/2	1 3/4

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass der getheilte[3]) Primitivstreif in seiner Länge die stärkeren Primitivstreifen der vorigen Tabelle in 8 Fällen gar nicht und nur in 3 Fällen um höchstens 1/4 Mm. übertrifft. Der Primitivstreif, wenn er einmal eine ausgebildete Rinne zeigt, hat die Länge von durchschnittlich 2 Mm., wächst von nun an überhaupt nicht mehr, sondern lässt später, nachdem einmal die vor ihm sich ausbildende Chorda eine bedeutendere Länge erreicht hat und die ersten Urwirbel erscheinen, eine langsam fortschreitende Abnahme wahrnehmen. Er nähert sich daher mit seinem Kopfende dem vordern Fruchthofrande nicht mehr, als es der einfache Primitivstreif auch thut[4]). Bezüglich der Breite finde

[2]) Entfernung des Kopfendes des Primitivstreifens vom vordern Fruchthofrand.

[3]) So nenne ich den mit einer Rinne versehenen Primitivstreif, um einen kurzen Ausdruck zu haben, ohne dabei an eine wirkliche Theilung zu denken.

[4]) Ausnahmsweise steht der getheilte, aber auch der ungetheilte Primitivstreif dem vordern Fruchthofrand viel näher, so dass er ihn fast erreicht, in welchem Falle der Fruchthof im Wachsthum zurückgeblieben war.

ich keinen mit einiger Sicherheit messbaren Unterschied zwischen getheiltem und einfachem Primitivstreif. Der Fruchthof übertrifft nur in wenigen Fällen die längern Fruchthöfe der vorigen Gruppe.

Was die von Moleschott entworfene dritte Tabelle (a. a. O. S. 18) betrifft, so glaubte ich zuerst, davon zur Vergleichung mit oben stehender Tabelle Gebrauch machen zu können, da auch sie eine Periode betreffen soll, in welcher der Primitivstreif eine Rinne erhält und die Chorda noch fehlt. Ein Fehler jedoch, der für meinen Gebrauch den Werth dieser citirten Tabelle vernichtet, besteht in der Zulassung und Messung eines Kopfanhanges(!). Noch nie zuvor hörte ich diesen Namen und was man darunter verstehen soll, wird weiter nicht angegeben. Wenn ich richtig errathen habe, so meint damit Moleschott als Verehrer der Erdl'schen Tafeln den dort abgebildeten, von dem Kopfende des getheilten Primitivstreifens ausgehenden, am Ende sich knopf- oder scheibenförmig ausbreitenden Fortsatz, den Erdl für die Anlage des Gehirns und verlängerten Markes erklärt. Moleschott scheint diese Erklärung gar nicht gelesen zu haben, sonst würde er diesen Erdl'schen Kopf nicht „Kopfanhang" nennen. Was dieser Fortsatz bedeutet, habe ich in meiner Abhandlung über den Primitivstreifen nachgewiesen; er ist die Wirbelsaite, die gleichsam aus dem Primitivstreif herauswächst. Niemals dringt, wie Erdl meint, die Rinne des Primitivstreifens in diesen Fortsatz hinein. Er ist erst eine spätere, dem Primitivstreifen sich anschliessende, aber zu jeder Zeit deutlich von demselben zu unterscheidende Bildung. Rechnet man, wie es von Erdl und Moleschott geschieht, diesen Fortsatz zum Primitivstreifen und spricht man dann von einer Entwicklungsperiode, in welcher der Embryo(!) nur aus der (sogenannten) Primitivrinne ohne Chorda bestehe, so begeht man daher einen doppelten Fehler. Moleschott theilt nämlich die zweite Hälfte des ersten Brüttages in 4 Perioden. „Die erste" (heisst es a. a. O. S. 9) „umfasst die Embryonalanlagen, so lange sie noch aus dem blossen Primitivstreifen ohne Andeutung einer Primitivrinne bestehen." Also der Primitivstreif stellt die Embryonalanlagen (auch noch die Mehrzahl!) dar? Darin liegt der eine Fehler, und wenn man v. Baer preist, sollte man ihn doch auch gelesen haben. „Die zweite Periode", fährt Moleschott weiter, „umfasst die Embryonen mit Primitivrinne, aber vor dem Auftreten der Chorda dorsalis." Betrachtet man nun die darauf sich beziehende Tabelle III. (a. a. O. S. 18), so

werden 12 als Embryonen bezeichnete Primitivstreifen mit Rinne gemessen, wovon 8 mit einem „Kopfanhang“. Diese 8 müssen somit von der Tabelle ausgeschlossen werden, da eben der „Kopfanhang“ die Chorda ist und damit überhaupt nicht mehr der reine mit einer Rinne versehene Primitivstreif, sondern derselbe in Verbindung mit einem an der Rinnenbildung sich niemals betheiligenden „Anhang“ gemessen wurde. Was die 4 übrigen Primitivstreifen der citirten Tabelle betrifft, bei welchen der „Kopfanhang“ nicht gemessen wurde, so vermisse ich die Angabe, ob hier ein solcher Anhang fehlte. Ich weiss also überhaupt nicht, ob Moleschott auch getheilte Primitivstreifen ohne Anhang kennt.

Moleschott erklärt die Primitivrinne für einen Kanal, nennt sie „Primitivkanal“ und giebt darüber, sowie über noch andere Dinge aus dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte auf Seite 15 und 16 und an anderen Stellen d. a. Schrift einige Beobachtungen und Ansichten zum Besten, die einer Widerlegung nicht bedürfen.

3. Gruppe.

Primitivstreif mit Rinne; Chorda dorsalis. Urwirbel fehlen noch (Fig. 2).

In den Tabellen der beiden vorigen Gruppen liess ich die schildförmige Anlage des Embryo ausser Rechnung, aus den oben angegebenen Gründen; nur die dunklere und daher einer Messung zugänglichere Schildmitte wurde berücksichtigt. Die Ordnung, in der ich die Embryonen aufführte, richtete sich nach der Grösse des Fruchthofes, der dieses Maass annähernd ersetzte. Mit dem Auftreten der Chorda dagegen wird die Abgrenzung wenigstens des Kopfrandes des Schildes schärfer bestimmbar durch Vermittlung eines bogenförmigen dicken Streifens, welcher die Bildung des Amnion und der Kopfdarmhöhle einleitet. Näheres darüber gab ich in meiner Abhandlung über den Primitivstreif an. Trennt sich der Bogenstreif in zwei durch die Amniongrube getrennte Hälften, so ist der hintere Streif der Kopfrand des in der Umrollung begriffenen Schildes. Eine Messung, wenigstens der Länge des ganzen Embryo, ist dann schon möglich, da dessen Schwanzende mit dem Schwanzende des Primitivstreifens den hinteren Fruchthofrand nahezu berührt oder nur sehr wenig von ihm sich entfernt. Misst man daher die Entfernung des Schwanzendes des Primitivstreifens von dem bogenförmigen Kopfrand

des Embryonalschildes, so hat man damit die Länge des Embryo. Voran stelle ich nun in folgender Tabelle die Längenmaasse der Embryonen, ordne sie nach ihrer Grösse und beginne mit dem kürzesten.

Nummer des Embryo.	Embryo. Länge.	Primitivstreif. Länge.	Primitivstreif. E. F.	Chorda.	Schildmitte. Breite.	Fruchthof. Länge.	Fruchthof. Breite.
1	2 1/4	1 3/4	1	1/5	1 1/2	2 3/4	
2	2 1/2	1 3/4	1 1/4	1/2	1	3 1/2	2 1/4
3	2 3/4	2	1	1/4	1 1/2	3 1/2	2 1/4
4	2 3/4	2	1	1/2	1	3	2 1/4
5	2 3/4	2	1 1/2	1/2	1 1/2	3 1/2	2 1/2
6	2 3/4	1 3/4	1 1/4	3/4	1	3 1/4	2
7	2 3/4	1 3/4	1 1/4	3/4	1 1/4	3 1/4	2 1/4
8	2 3/4	1 1/2	1 1/2	3/4	3/4	3 1/2	1 3/4
9	2 4/5	1 3/4	1 1/2	1		3 1/2	3
10	3	1 3/4	1 1/4	1/4	1	3 1/2	2 1/2
11	3	2 1/4	1	1/4	1 1/2	3 1/2	2 1/4
12	3	2	1 1/2	1	1 1/2	3 1/2	2 1/2
13	3	2	1	1/2	1 1/4	3 1/4	2 1/2
14	3	2	1 1/4	1	3/4	4	2
15	3 1/5	2 1/4	1 1/5	1/5	1 1/2	3 1/4	2 1/2
16	3 1/4	2	1 1/2	1	1 1/2	3 1/2	2
17	3 1/4	1 3/4	1 1/2	1	4/5	4	3
18	3 1/4	1 3/4	2	1 1/4	1/2	3 3/4	
19	3 2/5	1 2/3	2	1 1/2	1/2	3 3/4	3
20	3 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3/4	3 3/4	3
21	3 1/2	2	1 3/4	1 1/4	3/4	4	3
22	3 3/5	2	1 4/5	1 1/4	1	4	2 1/2

In der Tabelle der ersten Gruppe beträgt die grösste Länge des Fruchthofes 3 1/2 Mm., in der der zweiten Gruppe 3 3/4 Mm., in der der dritten Gruppe 4 Millimeter. Seine Breite hat nur in wenigen Fällen unbedeutend zugenommen, in den meisten Fällen bemerkt man sogar einen Rückschritt im Vergleiche mit der ersten Gruppe. Man hat hier dieselbe Erscheinung, wie sie auch an dem ganzen Embryo selbst wahrgenommen wird, dass mit der Längenzunahme anfangs eine absolute Breitenabnahme, also eine Zusammenziehung von beiden Seiten her stattfindet. Hinzufügen will ich noch, dass es sich hier immer um den grössten Breitendurchmesser des Fruchthofes handelt, der hier, sowie in den beiden vorigen Gruppen in der Gegend des Kopfendes des Primitivstreifens liegt.

Der längste Primitivstreif dieser Gruppe ist 2 1/4 Mm., eine Länge, die wir schon in der vorigen Gruppe und zwar viel häufiger fanden. Somit erreicht der Primitivstreif schon in der zweiten Gruppe seine grösste Länge und wächst nach

dem Auftreten der Chorda nicht mehr. Von den 22 Primitivstreifen dieser Tabelle zeigen 12 die Länge von 2 Mm. oder selbst $2^1/_4$ Mm., die übrigen sind durchschnittlich um $^1/_4$ Mm. kleiner und nur einer sinkt auf die Länge von $1^1/_2$ Mm. herab. Der Primitivstreif dieser Periode fällt also nicht unter das Maass des Primitivstreifens der beiden vorigen Gruppen, so dass es fraglich bleibt, ob zur Zeit der Bildung der Chorda der Primitivstreif überhaupt abnimmt. Auch betrifft, wie ich schon früher gezeigt habe, die Abnahme der Deutlichkeit, wenn sie hier und da schon in dieser Zeit bemerkt wird, nicht das Kopfende, sondern das Schwanzende des Primitivstreifens, wie wir in der nächsten Gruppe sehen werden. Auch vergrössert sich in der That der Abstand des Kopftheils des Primitivstreifs von dem vordern Fruchthofrand, wenn man das Längenwachsthum des letztern in Rechnung bringt, nicht. Diese Erfahrung ist aber wichtig zur Erkennung der Wachsthumsrichtung des Embryo, der nämlich vom Kopfende des Primitivstreifens aus nach vorn sich verlängert, gleichsam wie die Pflanze aus dem Topfe hervorwächst.

Die vor dem Kopfende des Primitivstreifens sich heranbildende Chorda dorsalis besitzt bei dem kleinsten Embryo dieser Gruppe nur erst die Länge von $^1/_5$ Millimeter. Zuletzt aber erreicht sie bis zur Periode der Urwirbelbildung eine Länge von $1^1/_4$ Mm., während der Primitivstreif sich gleich bleibt ($1^1/_2$—2 Mm.). Mit ihrem Längenwachsthum hellt sich die Chorda allmälig auf, wird dann schwerer zu beobachten und nimmt scheinbar an Umfang ab, weil sie, anfangs platt und bandartig, mit der Zeit eine cylindrische Form gewinnt, sich also auf Kosten ihrer Breite verdickt. Aehnliche Wahrnehmungen machen wir auch, wie ich schon oben bemerkte, an anderen Orten und so erklärt sich z. B. die scheinbare Massenabnahme der anfangs breiteren Urwirbel.

Die dickere zuerst scheibenförmige Schildmitte erscheint in den Tabellen der beiden vorigen Gruppen breiter; alsbald aber, während sie an Länge wächst, verschmälert sie sich und zwar absolut, wie aus der Tabelle der dritten Gruppe hervorgeht. Ihr grösster in den vorigen Tabellen $1^3/_5$—2 Mm. betragender Breitendurchmesser liegt dort in der Gegend oberhalb des Kopfes des Primitivstreifens; gerade diese Gegend ist es aber, welche sich am auffallendsten verschmälert, so dass dort, wie aus oben stehender Tabelle der dritten Gruppe hervorgeht, dieser Durchmesser auf $^1/_2$ Mm. herabsinken kann.

4. Gruppe.

Embryonen mit Urwirbeln des zweiten und zum Theil auch des dritten Tages.

Alle zeigen noch den Primitivstreifen (Fig. 3 u. 4).

Nummer des Embryo.	Embryo. Länge.	Primitivstreif. Länge.	Primitivstreif. E. F.	Fruchthof. Länge.	Fruchthof. Breite.
1	$2^1/_2$	$1^1/_2$	2	$3^1/_2$	$1^3/_4$
2	$3^1/_2$	$1^1/_2$	$2^1/_4$	$3^1/_2$	
3	$3^1/_2$	$1^1/_2$	$2^1/_4$	4	$1^4/_5$
4	$3^1/_2$	$1^1/_2$	$2^1/_2$	4	
5	$3^1/_2$	$1^1/_4$	$2^1/_2$	$3^3/_5$	
6	$3^1/_2$	$1^1/_5$	$2^1/_2$		
7	$3^1/_2$	$1^1/_5$	3	$4^1/_5$	
8	$3^3/_5$	$1^1/_4$	$2^1/_2$	4	
9	4	$1^1/_2$	$2^1/_2$	$4^1/_2$	$2^1/_4$
10	4	$1^1/_4$	$2^1/_2$	$4^1/_2$	$1^4/_5$
11	4	1	3	4	
12	4	$^1/_2$			
13	$4^1/_3$	1	$3^1/_4$		
14	$4^1/_3$	1	$3^1/_4$	$4^1/_2$	
15	$4^1/_3$	1	$3^1/_2$	$4^2/_3$	2
16	$4^1/_2$	1	$3^1/_2$	$4^1/_5$	
17	$4^1/_2$	$^1/_2$			
18	$4^3/_4$	$^3/_4$	$4^1/_4$	$5^1/_4$	
19	$5^1/_4$	$^3/_4$		$6^1/_2$	
20	$5^1/_2$	$^2/_3$		$6^1/_2$	
21	$5^1/_2$	$^1/_4$			
22	$5^3/_4$	$^1/_2$		$6^1/_2$	$2^1/_2$
23	$5^4/_5$	$1^1/_2$	$4^1/_4$	$6^1/_5$	2
24	6	$^3/_4$		$6^1/_2$	$3^1/_5$
25	6	$^1/_3$		7	$3^3/_4$
26	$6^1/_2$	$^1/_2$	$6^1/_4$	$7^2/_5$	$3^1/_2$
27	$10^1/_2$	$^1/_2$		$12^1/_2$	$7^1/_2$

Mit dem Auftreten der Urwirbel beginnt die Rückbildung des Primitivstreifens. Von solcher Länge, wie wir letztern in der vorigen Gruppe gefunden haben, kommt hier überhaupt gar keiner mehr vor. Die Rückbildung geschieht aber sehr langsam, so dass im Anfang, wenn erst wenige Urwirbel angelegt sind, der Primitivstreif immerhin noch die Länge von $1^1/_4$—$1^1/_2$ Mm. zeigt; dann sinkt er allmälig auf die Länge von $^1/_4$ Mm. herab. Schliesslich kann von einem Streifen gar nicht mehr gesprochen werden, sondern nur noch von einer rundlichen $^1/_4$ bis gegen $^1/_2$ Mm. breiten Schwanzanschwellung des Embryo, in welche das Kopfende des Primitivstreifens sich umgewandelt hat. Im Allgemeinen ändert sich bei den Embryonen aller vier Gruppen die Ent-

fernung des Kopfendes des Primitivstreifens vom hinteren Fruchthofrand nicht auffallend, wesshalb ich auch die betreffenden Messungen nicht besonders in den Tabellen aufgeführt habe, weil diese Entfernung durch die Länge des Primitivstreifens bestimmt werden kann. Das Schwanzende des Primitivstreifens entfernt sich nämlich vom hintern Fruchthofrand nicht oder nur sehr wenig. Verkürzt sich aber der Primitivstreif, so wird zwar die Entfernung seines Schwanzendes vom hintern Fruchthofrand entsprechend grösser, die seines Kopfendes dagegen ändert sich nicht auffallend. Die Verkürzung betrifft daher den hinter dem Kopfende gelegenen Theil des Primitivstreifens und ist zugleich mit einer Abnahme der Deutlichkeit verbunden. Schliesslich markirt sich dieser Theil des Primitivstreifens gar nicht mehr von seiner Umgebung, seine Unterscheidung als besonderes Gebilde hat aufgehört. Das Kopfende des Primitivstreifens dagegen erhält sich in der Schwanzanschwellung des Embryo, wie ich in meiner früheren Abhandlung auseinandersetzte. Die Entfernung dieser Schwanzanschwellung des Embryo vom hintern Fruchthofrande betrug bei einem $10^1/_2$ Mm. langen Hühnerembryo, dessen hinteres Ende noch flächenhaft ausgebreitet war und den ich als letzten Embryo in obiger Tabelle anführte, 2 Millimeter. Sehr häufig findet man aber auch die Schwanzanschwellung dem hintern Fruchthofrande näher gerückt, was aber nicht als eine Verkürzung des Primitivstreifens in der Richtung vom Kopfende gegen das Schwanzende gedeutet werden darf. Das Kopfende bleibt immer deutlich und nimmt an Umfang sogar zu, der folgende Theil aber ist es, welcher erblasst. In solchen Fällen wird eben die Schwanzanschwellung nachträglich aus ihrer Lage gerückt, nach hinten geschoben in Folge der Längenzunahme des ganzen Embryo, was sich dann später wieder durch Verlängerung des Fruchthofes ausgleicht.

Bei dieser Gelegenheit drängt sich mir wieder die Frage nach der Bedeutung des Primitivstreifens auf, eine Frage, die ich schon in meiner früheren Abhandlung über dieses Gebilde S. 64 zu beantworten suchte. Meinen dort niedergelegten Ansichten erlaube ich mir hier noch eine weitere anzuschliessen, die in der Vergleichung der Eier der Batrachier und der Vögel vielleicht eine Begründung finden könnte. Wie ich das Batrachierei aus früheren Erfahrungen kenne, scheinen mir ähnliche den Primitivstreifen betreffende Vorgänge, wie ich sie am Hühnchen beschrieb, nicht vorzukommen, worüber jedoch erneute Untersuchungen noch abzuwarten sind. Sollte sich diese Vermuthung bestätigen und hätte der Primitivstreif

wenigstens bei den Bratrachiern und anderen niederen Thieren die von Baer bisher für den Primitivstreif aller Thiere aufgestellte Bedeutung, so wäre damit ein merkwürdiger Unterschied zwischen niederen und höheren Thieren gefunden. Der Primitivstreif würde dann eine Rolle spielen, die in gewisser Beziehung an die der Chorda dorsalis erinnert. Letztere nämlich behauptet bei einigen niederen Thieren bekanntlich ihre ursprüngliche Bedeutung als solide Axe des Leibes, bei höheren Thieren dagegen reicht sie nicht aus und wird von den Wirbelkörpern verdrängt. Der Primitivstreif — um in dieser Beziehung einen Vergleich mit der Rolle der Chorda zu versuchen, stellt nach Baer die Uranlage aller in der Axe des Leibes liegenden Gebilde dar. Diese Rolle führt er bei niederen Thieren glücklich durch, für höhere Thiere aber reicht er nicht aus und theilt darum in dieser Hinsicht das Schicksal der Wirbelsaite. Es wird bei höheren Thieren diese erste Stufe der Entwicklung zwar betreten, aber nicht beibehalten. Der Primitivstreif der höheren Thiere ist gleichsam nur der Vorläufer der embryonalen Axengebilde, wird aber überschritten und nur als Stütze und Boden zur Aufrichtung einer neuen embryonalen Axe benutzt.

Diese Vermuthungen spreche ich besonders darum aus, um auch andere Embryologen zu erneuten Untersuchungen der ersten Anlage niederer Wirbelthiere, sowie der Säugethiere zu bewegen.

Bemerkungen über das Schwanzende des Primitivstreifens.

(Fig. 1—4.)

Verästelungen und gabelige Spaltungen des Primitivstreifens an seinem Schwanzende habe ich schon früher beschrieben und darauf hingedeutet, dass dieselben, wenn sie auch bei dem Menschen und den Säugethieren sich finden sollten, von Interesse wären für gewisse die Steissgegend betreffende pathologische und andere räthselhafte Bildungen. In letzterer Beziehung meine ich die sogenannte Steissdrüse [Luschka]. Wenn auch über Bau und Deutung dieses Gebildes die Ansichten verschiedener Forscher noch nicht übereinstimmen, so ist doch sein bei dem Menschen regelmässiges Vorkommen allgemein anerkannt. Ob bei den Vögeln eine solche Bildung ebenfalls vorkommt, ist mir nicht bekannt, sollte sie aber auch hier später fehlen, so könnte doch die von mir nachgewiesene Umwandlung des Schwanzendes des Primitivstreifens wenigstens als Grundlage, als Uranlage eines solchen bei den

Vögeln nicht zur weiteren Ausbildung kommenden Steissanhanges angesprochen werden. So lange jedoch ähnliche Erfahrungen an Primitivstreifen der Säugethiere noch fehlen, bleibt diese meine Andeutung nur eine Vermuthung. Auch ist das erwähnte Verhalten des Primitivstreifens bei dem Hühnchen nur eine Ausnahme, ein Bildungsexcess, dem zwar zu einer Verwerthung für die pathologische Anatomie nichts im Wege steht, der aber zur Erklärung des oben genannten Gebildes aus diesem Grunde, wenn auch nicht unmöglich, doch minder annehmbar wird. Seitdem ich dieser Bildung des Primitivstreifens beim Hühnchen eine grössere Aufmerksamkeit schenke, fand ich sie unter 80 Embryonen 10 Mal. Die verschiedenen Gestalten, in welchen sie auftreten kann, habe ich schon früher beschrieben und führe hier noch eine an, nämlich eine napfförmige Erweiterung des Schwanzendes des Primitivstreifens. Die dieser Abhandlung beigegebenen Abbildungen zeigen einige dieser sonderbaren Primitivstreifen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1. Keimscheibe eines Hühnchens, deren mit einer Rinne versehener Primitivstreif am Schwanzende sich gabelig spaltet.
- a. Area opaca.
- b. Area pellucida.
- c. Peripherie des Embryonalschildes.
- d. Schildmitte.
- e. Schwanzende der ganzen Anlage.
- f. Kopfrand des Schildes, einen dicken Bogenstreif bildend.

Fig. 2. Primitivstreif am Schwanzende verästelt.
- c. Schildperipherie.
- d. Schildmitte.
- g. Chorda dorsalis.
- h. Kopfende des Primitivstreifens.
- i. Kopfrand des Embryonalschildes.

Fig. 3. Primitivstreif an seinem Schwanzende gabelig gespalten.
- d. Schildmitte.
- c. Schildperipherie.

Fig. 4. Primitivstreif am Schwanzende mit einem Seitenast versehen.
- h. Kopfende des Primitivstreifens.

Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina.

Von

Dr. C. Hasse.

(Hierzu Tafel VII.)

Schon oft ist die Retina Gegenstand der Untersuchung gewesen, aber bis auf den heutigen Tag ist es noch nicht gelungen, den Bau derselben vollkommen aufzuklären, den Gang der Nervenfasern von dem Opticus durch die Ganglienzellen zu den peripheren Endorganen nachzuweisen. Seit den bahnbrechenden Arbeiten H. Müller's ist manchmal und von vielen Seiten an dem von ihm aufgestellten Gebäude gerüttelt, von mancher Seite erwuchsen demselben auch namhafte Stützen; allein nur gering waren die Fortschritte. Namentlich M. Schultze war es vorbehalten, in einer grösseren Arbeit in seinem Archiv, Bd. II. „Zur Anatomie und Physiologie der Retina" einen wichtigen Schritt vorwärts zu thun und eine neue Bahn zu eröffnen, auf der weiter fortzuschreiten eines jeden nachfolgenden Forschers Pflicht ist. Doch auch er hat nicht den Bau in allen seinen Theilen erschlossen, auch er hat nicht den natürlichen Zusammenhang derselben gesehen; aber die Möglichkeit ist doch näher gerückt, durch erneute Untersuchungen zu dem ersehnten Ziele zu gelangen, und er hat es mit grosser Wahrscheinlichkeit hingestellt, dass die beiden lichtpercipirenden Elemente, die Stäbchen und Zapfen, getrennt in den ihnen folgenden Theilen durch ein System von Stützfasern, jedes einer specifischen Function des Gesichtssinnes dienstbar seien. Das Stützfasersystem steht durchaus in keiner Beziehung zu den Nervenelementen, sondern nähert sich mehr dem Charakter einer Bindesubstanz.

Ich darf mir nicht schmeicheln, in diesen meinen Untersuchungen wesentlich weiter gekommen zu sein wie M.

Schultze, den Zusammenhang der Elemente demonstrirt zu haben. Ich wurde mir bald der Schwierigkeiten dieser Aufgabe bewusst, um nicht ein Unternehmen, welches sich nicht in kürzerer Frist ausführen liess, aufzugeben; es kam mir wesentlich darauf an, entweder eine Bestätigung oder Berichtigung der wichtigen Angaben Schultze's zu erzielen, und dass Ersteres mir fast durchgehends gelungen, hat mir zu einer nicht geringen Befriedigung gereicht. Dies Interesse ist es wesentlich, welches sich etwa an diese Arbeit knüpfen möchte, und so wage ich sie dem wissenschaftlichen Publicum vorzulegen, mir sehr wohl der Mängel in der Forschung bewusst, die sich weder in der Entwicklungsgeschichte noch in der vergleichenden Anatomie in ausgedehntem Maassstabe Stützen gesucht. In einzelnen Punkten habe ich mich von den Schultze'schen Ansichten entfernt, und ich habe dieselben schon in einer vorläufigen Mittheilung: „Göttinger gel. Anzeigen 1867, p. 130" erwähnt, allein das Wesen der Angaben des vorhin genannten Forschers bleibt bestehen. Andere Arbeiten haben mich abgezogen, und so habe ich mich auf den Menschen und auf einige Säugethiere, wie das Schaf, beschränkt gesehen.

Beim Niederschreiben dieser Arbeit kommt mir eine neue Abhandlung von M. Schultze: „Ueber Stäbchen und Zapfen der Retina", Bd. III. seiner Zeitschrift zu Gesicht. Ich sehe mich nicht im Stande, seine Angaben alle jetzt durchzuprüfen, werde derselben aber, soweit sie mit meinen Befunden in Einklang zu bringen sind, an den betreffenden Orten Erwähnung thun.

Nach dem Vorgange von Schultze habe auch ich mich vorzugsweise der Osmiumsäurelösung bedient und zwar in verschiedenen Concentrationsgraden von $^1/_4$—$^1/_{10}$%. Die stärkeren erwiesen sich als die erspriesslichsten. Ich liess die so frisch wie möglich hineingelegten Retinastücke, auch wohl den ganzen aufgeschnittenen Bulbus verschieden lange Zeit bis zu 24 Stunden in der Lösung liegen, wusch mit Wasser aus und bewahrte dann das Präparat in destillirtem Wasser auf, worin sie sich sehr gut Wochen lang hielten. Je frischer man nach der Herausnahme aus der Lösung untersucht, desto leichter gelingt es, die nervösen Elemente, die sich zuerst tief schwarz färben, zu isoliren, und es gelingt namentlich verhältnissmässig leicht, gute Schnitte zu bekommen, da die Retina sich bei der Berührung mit dem Messer fast ohne weiteres Zuthun in dünne Blättchen spaltet. Späterhin erhärten auch die stützenden Elemente, jedoch ohne sich zu

färben, und dann ist es schwieriger, die nervösen Elemente mit Sicherheit weit zu verfolgen. Die Präparate werden leicht ausserordentlich brüchig, wie nach längerer Einwirkung der Müller'schen Flüssigkeit. Die Reduction des Osmiums scheint nur dann zu erfolgen, wenn die Präparate sehr frisch sind, ältere oder mit anderen Reagentien behandelte färben sich nicht. Es scheint ausserordentlich schnell eine sehr feste Eiweissverbindung gebildet zu werden. Ich habe auch mit peripherischen Nerven und mit Rückenmarksubstanz Versuche angestellt, und war auch hier im höchsten Grade durch die prächtige Conservirung und namentlich durch die tief schwarze Färbung sämmtlicher nervöser Elemente überrascht, während das Bindegewebe ungefärbt blieb. Der Inhalt der doppeltcontourirten Fasern liess sich leicht herausdrücken und man überzeugte sich dann sehr schön von der vollkommenen Farblosigkeit der Hülle. Von einem Axencylinder entdeckte ich nichts, ohne damit die Präexistenz desselben läugnen zu wollen. Die Inhaltmasse erschien auf Längsansichten vollkommen gleichmässig gefärbt. Ich habe bei der Retina auch Versuche mit Goldchloridlösung nach den Cohnheim'schen Angaben gemacht, sie missglückten mir jedoch, waren aber nicht ausgedehnt genug, um einen Schluss auf den Werth oder Unwerth des Reagens auf dies Gewebe zu erlauben. Nach meinen Erfahrungen bei den Gehörwerkzeugen glaube ich wohl, dass das Goldchlorid bei der Netzhaut einer eingehenden Prüfung werth ist. Mehr habe ich mich bestrebt, Hand in Hand mit der Anfertigung von Präparaten aus Osmiumsäurelösung auch die übrigen Conservirungsflüssigkeiten, Alkohol und Müller'sche Flüssigkeit anzuwenden, um einestheils meine Befunde einer sicheren Controle zu unterwerfen, dann aber auch um zu sehen, welche Veränderungen die einzelnen Reagentien in diesen feinen Geweben hervorrufen. Ich habe Augen untersucht, die kürzere und längere Zeit bis zu 2 Jahren in Müller'scher Flüssigkeit gelegen haben, allein die Resultate, die ich bei allen Reagentien bekam, waren so vollkommen übereinstimmend im Wesen der Sache, dass keins derselben der Vorwurf trifft, Elemente zum Vorschein zu bringen, die bei Anwendung des anderen fehlen. Jede Flüssigkeit hat freilich ihre besonderen Vorzüge und übt ihren eigenthümlichen Einfluss aus, wie ich es an den betreffenden Stellen erwähnen werde. Der Alkohol härtet die Theile, macht sie etwas schrumpfen, und es ist dabei schwierig, Isolationspräparate anzufertigen. Die Müller'sche Flüssigkeit härtet ebenfalls, aber langsam, lässt aber die

Theile leichter auseinanderfallen, während die Osmiumsäurelösung beide Vorzüge vereinigt. Die Carmintinction habe ich ausser bei den Osmiumsäurepräparaten häufig in Anwendung gebracht. Meine Schnitte habe ich alle auf dem Objectträger mit dem Rasirmesser gemacht und dann namentlich unter der Loupe mit Nadeln zerzupft.

Ich wende mich nun zu der Beschreibung des Baues des Sehapparates. Mit Schultze unterscheide ich zwei wesentlich differente Gebilde, das Gerüst der Stützsubstanzen und die eigentlich nervösen Elemente. Ersteres zieht sich von der Opticusschicht an bis zu den percipirenden Elementen, den Stäbchen und Zapfen, und liefert ein Stütz- und Isolationssystem der nervösen Theile. Schon eine oberflächliche Betrachtung zeigt uns jenseits der Macula lutea verschiedene Schichten in der Retina: Die Stäbchen- und Zapfenschicht, die äussere Körnerschicht, die Zwischenkörnerschicht, die innere Körnerschicht, die granulirte Schicht, die Lage der Ganglienzellen und die der Nervenfasern. Henle theilt in seiner Eingeweidelehre die Netzhaut in eine musivische, die die Stäbchen- und Zapfenlage und die äussere Körnerschicht umfasst, und in eine eigentlich nervöse, die die übrigen Abtheilungen in sich begreift. Beide werden nach ihm zuweilen bei Säugethieren, doch häufig beim Menschen durch eine äussere Faserschicht verbunden, die sich namentlich im centralen Theile der Netzhaut befindet. Die einzelnen Abtheilungen der nervösen Schicht bezeichnet er dann als äussere granulirte, als äussere gangliöse, innere granulirte, innere gangliöse und eine Nervenfaserschicht, entsprechend den Abtheilungen von der Zwischenkörnerschicht bis zur Opticuslage. Diese Nomenclatur stützt sich auf die Aehnlichkeit mit dem Bau bei den Centralorganen, wo die weisse Substanz, hier die innere Nervenfaserschichte, von einer grauen Masse, hier die gangliösen und granulirten Schichten, überzogen wird. Ich adoptire die älteren Benennungen, da ich mich mit der Henle'schen Haupteintheilung nicht vollkommen einverstanden erklären kann, und beginne mit der percipirenden Schicht der Stäbchen und Zapfen.

Gegen die Peripherie der Retina an Zahl abnehmend zeigen sich die Zapfen kreisförmig von Stäbchen umgeben, so dass die Zahl dieser zwischen ihnen liegenden Gebilde mit ihrer verminderten Anzahl zunimmt. Von der Fläche gesehen erweisen sich dieselben als grössere Kreise mit einem kleineren in der Mitte, während die anderen kleinere Kreise darstellen, in denen ich zuweilen ein Pünktchen gesehen zu

haben glaube, als Andeutung des Ritter'schen Fadens, auf den ich alsbald zu sprechen komme. Zu dem Verhalten in der Macula lutea komme ich später. Auf dem Querschnitt zeigen sich die beiden Elemente aus zwei Theilen, einem Aussen- und einem Innengliede zusammengesetzt, welch letzteres bei den Zapfen den Namen Körper erhält. An den Stäbchen erweist sich das Innenglied etwas stärker, als das Aussenglied und bietet auch von diesem optische Verschiedenheiten dar. Bei der Behandlung mit Osmiumsäure treten dieselben klar zu Tage, namentlich was die Färbung anbetrifft. Während das Innenglied heller bleibt, färbt sich das Aussenglied tiefer schwarz. Sie setzen sich gegen einander mittelst eines hellglänzenden, feinen Grenzstreifens ab, der zuweilen bei durchfallendem Lichte, namentlich an mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparaten eine röthliche Färbung zeigt (Fig. 4e). Das ganze Stäbchen ist ein cylindrisches Gebilde. Das Aussenglied behält bei genügender Behandlung mit Reagentien sein homogenes Aussehen bei, jedoch bei schwächerer Einwirkung der Osmiumsäure gewährt es zuweilen einen Anblick wie ein Muskelprimitivfäserchen, es treten Querstreifen auf, die zuerst am Rande am deutlichsten werden. Einen weiteren Zerfall habe ich bis jetzt nicht bemerkt. Das Innenglied dagegen zeigt namentlich nach längerem Liegen in Müller'scher Flüssigkeit, doch auch bei der Osmiumsäureanwendung, ein körniges Aussehen, welches oftmals ausserordentlich stark sein kann. Dadurch unterscheiden sich die beiden Abtheilungen recht beträchtlich. Mit dem äussersten Ende der Aussenglieder sind die Stäbchen in Pigmentzellen eingebettet, welche unzweifelhaft besser zur Retina als zur Chorioidea gerechnet werden. Es sind schöne, regelmässig polygonale Pflasterzellen, in denen die Pigmentanhäufung den Grund einnimmt (Fig. 16c), während der obere Theil der Zelle vollkommen klar und durchsichtig erscheint. Die Grenzen der einzelnen Zellgebilde sind ausserordentlich schwer sichtbar. In dieselben ragen nun in einer mehr oder minder grossen Anzahl, je nach der Grösse der Zellen, die Aussenglieder und erweisen sich häufig fester mit ihnen verbunden, als mit den Innengliedern. Ein Hineinragen des Pigments zwischen die einzelnen Stäbchen habe ich bei den Säugethieren nicht gesehen. An der äusseren Körnerschicht spitzt sich das Stäbchen kegelförmig zu (Fig. 4f) und läuft in einen feinen Faden aus, den wir alsbald weiter verfolgen wollen. Doch ist das Innenglied nicht so einfach gebaut, als es nach der bisherigen Beschreibung scheint. Ich wurde zu-

erst durch Hensen darauf aufmerksam gemacht, und er hatte die Güte mir an Osmiumsäurepräparaten das betreffende Verhältniss zu zeigen, welches ich dann an eigenen weiter verfolgt. Der viel bezweifelte Ritter'sche Faden ist nämlich unzweifelhaft vorhanden und lässt sich durch das zugespitzte Ende des Innengliedes und durch die Mitte desselben bis zur Grenzscheide gegen das Aussenglied hin verfolgen, um dort mit einer kleinen knopfförmigen Anschwellung zu enden. Ich habe dieses Fädchen als unendlich zartes, dunkles Gebilde an Osmiumsäurepräparaten gesehen und auch an in Müller'scher Flüssigkeit bewahrten fehlt es nicht, doch liess es sich hier nicht mit solcher Deutlichkeit verfolgen. Allein es ist bei Menschen und Säugethieren constant vorhanden. Einmal habe ich es frei aus dem Innengliede hervorragen sehen (Fig. 5 c). Weitere Structur der Innenglieder habe ich bisher nicht bemerkt.

Die Zapfen sehen wir ebenfalls in zwei Theile, den Körper oder das Innenglied und das Aussenglied, getheilt. Letzteres ist ein kürzeres, kegelförmiges, ausserordentlich leicht vergängliches Gebilde, welches ebenfalls durch einen hellglänzenden Streifen von dem Körper geschieden ist. Auch an ihm bemerkt man zuweilen die Querstreifung, deren ich vorhin bei den Aussengliedern der Stäbchen gedacht. Meistens bekommt man es nicht unverändert zu Gesicht. Bei schwächerer Einwirkung verändert es sich, wie eben erwähnt, schrumpft auch wohl ein oder wird zackig oder wellig gebogen, auch wohl gekrümmt; dasselbe löst sich auch leicht ab. Der Zapfenkörper (Fig. 4 e, Fig. 6 a) ist birnförmig und zeigt sich zuweilen fein längs gestreift, eben so, wie die Stäbchenglieder. In Osmiumsäure färbt er sich tief und zeigt dann bei starken Concentrationsgraden einen homogenen Inhalt oder bei schwächeren beträchtliche Granulationen, die sich eben so in Alkohol zeigen, namentlich stark aber in Müller'scher Flüssigkeit auftreten. Eine besondere Structur habe ich in seinem Inneren nicht erkennen können. An der äusseren Körnerschicht ruht der Zapfenkörper häufig nach Art einer Console auf einem breiten hellen Saum, der namentlich schön in Liquor Muelleri zu Tage tritt, und mich lebhaft an den Verdickungssaum der Stäbchenzellen im Gehörorgane der Vögel erinnerte. Zuweilen kann dieser Saum allerdings zurücktreten und der Körper geht dann in das Element über, welches als Zapfenkorn beschrieben worden ist, wovon später. Würde dieser Saum sich als eine durchstehende Bildung erweisen, so wäre damit eine erfreuliche Uebereinstimmung in dem Bau der End-

apparate der beiden wichtigen Sinnesorgane gegeben, und die Entwicklungsgeschichte würde vielleicht nachweisen, dass wir es, so wie dort, mit einer Cuticularbildung zu thun haben.

Diese meine Beschreibung der lichtpercipirenden Elemente der Netzhaut stimmt mit der von M. Schultze l. c. gegebenen, jedoch weicht dieser Forscher hauptsächlich darin von meinen Angaben ab, dass er die Präexistenz der Ritter'schen Fädchen läugnet. Ich vermag allerdings nicht mit Bestimmtheit zu sagen, ob er präexistirt, da ich ihn an frischen Retinen nicht beobachtet, allein es ist mir im höchsten Grade wahrscheinlich, da er sich an den mit verschiedenen Reagentien behandelten Innengliedern findet und namentlich schön in der Osmiumsäure hervortritt, der man nicht den Vorwurf machen kann, abnorme Gerinnungserscheinungen hervorzurufen. In seiner neuesten Arbeit erklärt sich übrigens M. Schultze für die Existenz des Ritter'schen Fadens, allein er hat ihn nicht von Anfang bis zu Ende verfolgt, dagegen hat er neue Angaben in Betreff der feineren Structur des Zapfenkörpers, die ich bislang nicht bemerkt. Es sind darin feine Fädchen von ihm gesehen worden. Ausserdem beschreibt er sowohl im Stäbcheninnengliede als im Zapfenkörper ein linsenförmiges Gebilde, welches physiologisch von grosser Wichtigkeit zu sein scheint. Höchst interessant sind seine Angaben in Betreff des Baues der Aussenglieder, die er, nach Art der Muskelprimitivfasern, als aus Plättchen zusammengesetzt sich denkt. Er hat sie auch in diese zerfallen gesehen. Ich bin nicht so weit gekommen wie M. Schultze, dessen Angaben sich an die von Hannover: „Recherches microscopiques sur le système nerveux, 1844" anschliessen und dieselben erweitern, allein das, was ich in Betreff der Querstreifen gesehen, stimmt sehr gut mit den Befunden dieser beiden Forscher. Es hat an meiner bisherigen Präparations- und Conservationsmethode gelegen, dass ich den Zerfall in Plättchen nicht gesehen, allein ich zweifle nicht, dass die Beobachtungen richtig und meine Querstreifen an den Aussengliedern der Ausdruck der Plättchenstructur sind. Bei starker Einwirkung der Osmiumsäure kommen sie, wie gesagt, nicht zu Gesicht, und so mag Schultze Recht haben, wenn er glaubt, dass erst Quellungserscheinungen eintreten müssen und dieselben im frischen Zustande zu dicht gedrängt zusammenliegen, um sichtbar zu werden. Henle (l. a.), der im Uebrigen auch nicht wesentlich von den älteren Angaben M. Schultze's abweicht, erwähnt des Ritter'schen Fadens ebenfalls nicht als eines normal vorhandenen Gebildes. Hulke

bestreitet ebenfalls in einer Arbeit: „on the retina of amphibia and reptiles“ im Journal of anatomy and physiology (November 1866) das natürliche Vorkommen dieses Gebildes und glaubt, dass der Faden den geronnenen und ausgezogenen inneren Theil des Innengliedes repräsentirt, während die äusseren Partien blasenartig erweitert sind. Gänzlich abweichende Ansichten, als die von den vorhin genannten Forschern aufgestellten, äussert Steinlin in seinen Beiträgen zur Anatomie der Retina (Verhandlungen der Sct. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1865/66). Seine Betrachtung geht wesentlich von dem von ihm aufgestellten Satze aus, dass die Stäbchen nicht mit den Körnern der äusseren Körnerschicht in Verbindung treten, und hat er diesen Befund in der ganzen Reihe der Wirbelthiere gemacht. Er polemisirt namentlich auch gegen H. Müller, der seine Befunde beim Menschen auch für die Säugethiere gelten lässt. Steinlin meint, er habe häufig gefunden, dass nicht alle Stäbchen bis auf die Grenzlinie der Körnerschicht reichen, sondern dass viele, namentlich die den Zapfenspitzen zunächst gelegenen, in der Höhe des grössten Durchmessers des Zapfenkörpers enden, und dass niemals ein fadenförmiger Ausläufer sichtbar werde. Es geht daraus nach ihm hervor, dass die Stäbchenschicht aus drei Elementen besteht, nämlich den Zapfen, den Pigmentzellen und einer Zwischensubstanz, welche die leeren Räume zwischen diesen Elementen ausfüllt. Die Zwischensubstanz tritt in verschiedener Form auf, bald als pigmentirte, bald als nichtpigmentirte Ausläufer, die in loserer oder innigerer Verbindung mit den Zellen der lamina pigmenti stehen. Die Gestaltung der Substanz hängt nach ihm von der Form der auszufüllenden Räume ab. Sind sie enger, so reichen die Stäbchen weniger tief hinab, sind sie weiter, bis auf die äussere Körnerschicht. Gegen diese Anschauung muss ich mich nach meinen Erfahrungen wenigstens in Betreff des Menschen und der Säugethiere entschieden aussprechen, da ich den von ihm vermissten Zusammenhang, wie ich bald zeigen werde, immer gesehen. Mit der Existenz desselben fällt seine Darstellung zusammen, aber damit auch ein Irrthum, der sich, wie mir scheint, in seiner Arbeit findet. Es ist mir vorgekommen, als beschreibe er zuweilen stäbchenähnliche Gebilde als Zapfen, weil er eben den Zusammenhang mit den äusseren Körnern bemerkte, so unter den Säugethieren namentlich bei den Nagern. Diese Widersprüche der Steinlin'schen Arbeit, die er, wie mir scheint, auf etwas gezwungene Weise zu lösen sucht, möchten vielleicht

zum Theil in den Schultze'schen Befunden ihre Erledigung finden, dadurch, dass bei den hauptsächlich in der Dämmerung lebenden Thieren die Zapfen vor den Stäbchen zurücktreten.

Eine wichtige Schicht folgt jetzt, deren Bau in seinen wesentlichen Grundlagen aufgeschlossen zu haben unbestreitbar M. Schultze's grosses Verdienst ist. Sie wird zusammengefasst unter dem Namen der äusseren Körnerschicht und besteht, abgesehen von dem stützenden Gerüste, aus folgenden Theilen: den Stäbchenkörnern, den Stäbchenfäden und deren knopfförmiger Anschwellung an der Grenze der Zwischenkörnerschicht, dann den Zapfenkörnern, den Zapfenfasern und der dreieckigen Verbreiterung derselben an der folgenden Lage. Diese verschiedenen Elemente, namentlich die Stäbchen-, Zapfenkörner und Zapfenfasern wechseln etwas in ihrem gegenseitigen Lagerungsverhältniss. Während wir in den peripheren Theilen der Retina die ganze änssere Körnerschicht bis an die Zwischenkörnerlage mit runden Zellkörpern erfüllt sehen, zwischen denen dann Faserzüge verlaufen, bemerkt man in der Nähe der Macula lutea eine Faserschicht, die von Henle sogenannte äussere, welche allmälig an Stärke zunimmt. Die Körner der Lage haben sich mehr gegen die Stäbchen und Zapfenschicht hin und von der Zwischenkörnerschicht zurückgezogen. Der Raum zwischen ihnen und der letzteren wird lediglich von den Zapfen- und den Stäbchenfasern mit deren Annexa gefüllt. Zuweilen bemerkt man, namentlich an Alkoholpräparaten, und ganz besonders ist mir das beim Schaf aufgefallen, eine säulenförmige Anordnung der Körnchen in der Lage, und es entsprechen die Zwischenräume den Zapfen- und den Stützfasern. An mit andern Reagentien behandelten Netzhäuten habe ich dieses Verhalten, auf welches namentlich Henle aufmerksam gemacht hat, nicht so deutlich gesehen, und hängt diese Erscheinung wohl mit dem durch die wasserentziehende Flüssigkeit bedingten festerem Aneinanderschliessen der Theile zusammen.

Wenden wir uns nun zu den einzelnen Theilen, so sehen wir entweder den Innengliedern der Stäbchen unmittelbar ein äusseres Korn aufsitzen, so dass ein Zuspitzen desselben nicht möglich ist, oder ein solches findet statt, und man bemerkt dann von der Kegelspitze einen äusserst zarten Faden ausgehen, welcher im Zusammenhange mit dem Ritter'schen Faden nach dem Centrum zu mit einem äusseren Korne in grösserer oder geringerer Tiefe zusammenhängt. Viele von

den zu den Stäbchen gehörenden Körnern findet man fast hart an der Zwischenkörnerschicht liegen und dieser Lage entsprechend ist das Fädchen von beträchtlicher Länge. Es zeigt namentlich bei schwächerer Einwirkung der Osmiumsäure und der Müller'schen Flüssigkeit Varicositäten, häufig ist es jedoch während seines ganzen Verlaufs vollkommen glatt. Welches Reagens ich auch immer anwendete, stets kam mir dieser Zusammenhang zu Gesicht, freilich war es an Alkoholpräparaten am schwierigsten, dieses wichtige Verhältniss nachzuweisen. Die Isolation gelingt hier äusserst schwer, die Stäbchen sondern sich dann häufig ab, ohne eine Spur eines Fädchens zu zeigen, ebenso die äusseren Körner. Dasselbe geschieht bei längerer Einwirkung der Müller'schen Flüssigkeit, in der die Theile ausserordentlich brüchig werden, allein passende Auswahl mittlerer Concentrationsgrade und kürzere Einwirkung, daneben wiederholte sorgfältige Isolationsversuche bringen den Zusammenhang immer zu Gesicht. Wie das Verhältniss des Ritter'schen Fadens zu den unmittelbar den Innengliedern der Stäbchen aufsitzenden Körnern ist, habe ich bisher nicht ermitteln können. Die Stäbchenkörner (Fig. 4 h und 7 a) erweisen sich als länglich runde, an beiden Enden etwas ausgezogene Zellgebilde mit einem grossen, die Zellsubstanz erfüllenden, hellglänzenden Kerne. Eine sonderbare Erscheinung tritt an ihnen zu Tage. Sowohl an frischen, wie an mit den von mir angewandten Reagentien behandelten Präparaten kommt eine schöne, transverselle Streifung zum Vorschein. Es sind meistens zwei je nach der Einstellung bald hell, bald dunkel erscheinende Querbänder. Namentlich schön zeigen sie sich beim Schaf. Sie sind zuerst von Henle beschrieben. Zuweilen, namentlich an lange in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrten äusseren Körnern, sieht man nichts von ihnen, sondern die ganze Zelle ist dann mit einer feinkörnigen Masse gefüllt. Mitunter sieht man dieselben auch vollkommen streifenlos, doch überwiegen die Streifen sehr. Ich vermag nicht zu sagen, woher dieses Aussehen rührt, welchen physiologischen Werth dieses sonderbare Verhalten etwa besitzt. Man könnte an ein Zerfallen des Korns denken, allein ich muss jede Entscheidung darüber suspendiren, künftigen Forschungen dieselbe überlassen. An beiden Enden zieht sich, wie gesagt, das Stäbchenkorn in eine feine Spitze aus, die in Fädchen auslaufen, von denen der eine, wie beschrieben (Fig. 7 b), mit den Stäbchen, der andere ebenso dicke mit einem runden knopfförmigen Körperchen in Verbindung steht, welches unmittelbar an der Zwischen-

körnerschicht gelegen ist (Fig. 7 c und d, Fig. 8 c und d). Dieser central abgehende Faden, der mit dem Knöpfchen in Verbindung steht, besitzt je nach der Lage des Stäbchenkorns eine grössere oder geringere Länge, am grössten ist sie dort, wo wir eine äussere Faserschicht auftreten sehen, wo er dann zwischen den Zapfenfasern verläuft. Auch an ihm sieht man zuweilen unter den oben angeführten Bedingungen Varicositäten auftreten. Die knopfförmige Anschwellung ist, wie gesagt, rundlich oval und zeigt oftmals in ihrem Inneren (Fig. 8 b) einen oder mehrere hellglänzende Tröpfchen, über deren Natur ich nichts weiter auszusagen vermag. Dieser Knöpfchen habe ich in meiner vorläufigen Mittheilung l. c. als normaler Bildungen nicht erwähnt; ich war geneigt, sie für grössere Varicositäten zu halten. Dies ist jedoch nicht der Fall. Es sind constant vorkommende Bildungen. Allerdings ist es leicht möglich, dieselben zu übersehen, da sie einestheils so ausserordentlich klein sind und dicht an der Zwischenkörnerschicht liegen, anderntheils auch wohl in deren Masse eingesenkt sind, so dass sie leicht als zu derselben gehörig angesehen werden können. Aus diesem Eingebettetsein erklärt sich auch, wie ich Bilder beschreiben konnte, in denen von den Stäbchenkörnern aus die centralen Fädchen sich in die Zwischenkörnerschicht hineinsenkten. Es ist aber ein Irrthum gewesen. Von diesen Knöpfchen sieht man dann sowohl, wenn sie aus dem Zusammenhange mit den übrigen Theilen herausgerissen sind, als auch, wenn derselbe erhalten ist, häufig einen feinen, centralen Faden ausgehen, von derselben Dicke und von demselben Aussehen wie die Stäbchenfaser. Man sieht dann wie dieses Fädchen sich in der Masse der Zwischenkörnerschicht verbirgt (Fig. 8 d). Oftmals sieht man allerdings das centrale Ende des Knöpfchens abgerundet, zuweilen aber auch ohne Faden einfach zugespitzt (Fig. 7 d). Sonach bleibt, wenn auch modificirt, meine frühere Angabe des Eintrittes der Stäbchenfaser in die Zwischenkörnerschicht bestehen.

Alle diese Angaben in Betreff der Stäbchenkörner stimmen in den meisten Punkten mit denen M. Schultze's überein, und weichen nur darin von ihm ab, dass er den Zusammenhang der Fäserchen mit den Ritter'schen Fädchen nicht beschrieben, dass er ferner die so häufige Querstreifung der äusseren Körner seltener beobachtet und nur einmal auf Tabula XIV 8 c als zusammenliegende äquatorial verlaufende Streifen, wie ich sie beim Menschen nie gesehen, abgebildet hat. Ich sah sie immer den oberen und unteren Theil der

Zelle einnehmen. Seine Abbildung in der Fig. IVb seiner neuesten Abhandlung entspricht mehr den Bildern, die ich bekommen. Dann weiche ich auch darin von ihm ab, dass ich die Stäbchenfasern nicht an den Knöpfchen endend gesehen habe, sondern so verlaufen, wie ich vorhin beschrieben. Die kleinen merkwürdigen Gebilde sind demnach wohl als kleine, interpolirte Ganglienzellen anzusehen. Schultze hat ganz recht, wenn er in seiner neuesten Arbeit meint, ich könne ihn nicht so missverstanden haben, dass ich glaube, er liesse in Wirklichkeit die Stäbchenfasern in den Knöpfchen enden, da er doch ausdrücklich hervorhebe, sie seien nervöser Natur. Ich glaube allerdings, dass Schultze einen Zusammenhang mit den Opticusfasern statuirt, obgleich er den natürlichen Zusammenhang nicht gesehen, eben so wenig wie es mir gelungen, allein seiner Darstellung nach müssen die Stäbchenfasern naturgemäss, wenn auch nur vorläufig, in den Knöpfchen enden, da er eben von dort ausgehend keine weiteren Gebilde beobachtet, obgleich er deren Existenz annimmt mit der Annahme der Nervosität. Es sollte mir leid thun, wenn meine Darstellung dazu beitragen sollte, einer anderen Ansicht in dieser Beziehung Geltung zu verschaffen und zu Missverständnissen der Angaben des geehrten Forschers zu führen. Mehr differiren meine Befunde von denen Henle's. Die von ihm zuerst aufgefundene Querstreifung habe ich allerdings, wie er gesehen, allein ich habe immer den Zusammenhang der Körner mit den Stäbchen beobachtet und glaube nicht, dass die Verbindungen als Kunstproducte in Anspruch zu nehmen sind. Das Knöpfchen ist ihm nicht zu Gesicht gekommen, eben so wenig Hulke, der sich im Uebrigen in seinen Angaben nicht von denen M. Schultze's unterscheidet. Steinlin läugnet, wie vorhin erwähnt, den Zusammenhang der Stäbchen mit den Körnern. Zuweilen hat er allerdings die letzteren mit zwei Fädchen an den entgegengesetzten Enden versehen gefunden, allein eben so häufig waren sie glatt, und er glaubt ihnen die Stelle der Bindegewebskörperchen vindiciren zu dürfen. Das Knöpfchen ist auch ihm entgangen.

Das andere Element, aus dem die äussere Körnerschicht constituirt wird, besteht aus dem Zapfenkorn und der Zapfenfaser. Ersteres sitzt entweder unmittelbar dem Zapfenkörper auf, so dass dieser bei der Trennung gleichsam einen Einschnitt zeigt, in den dasselbe hineinpasst, oder hängt indirect mit demselben mittelst eines kurzen, an der Grenze des Körpers einen Verdickungssaum zeigenden Fortsatzes zusammen.

Es erweist sich als eine rundlich ovale Zelle mit einem grossen Kern, der dieselbe fast ganz ausfüllt, und zeigt namentlich in Müller'scher Flüssigkeit häufig starke Granulationen. Weder im Kern, noch in dem zum Zapfen führenden Fortsatz, wo er vorhanden, habe ich irgend welche feinere Structur erkennen können. Gegen die Zwischenkörnerschicht hin sieht man von der Zelle einen breiten Faden in grösserer oder geringerer Länge, je nach der Dicke der äusseren Körnerschicht, verlaufen, der dort mit einer dreieckigen Verbreiterung endet (Fig. 6 d, Fig. 1 a und a'). Diese Zapfenfäden werden in der Gegend der Macula lutea deutlich sichtbar, indem die Stäbchenkörner ja nicht ganz bis an die Zwischenkörnerschicht reichen, sondern sich von derselben zurückziehen und ihre centralen Fädchen in grösserer Länge zwischen die Zapfenfasern hinunterschicken. So wird dort ein senkrecht verlaufendes Fasersystem sichtbar, eine äussere Faserschicht, die dann eben aus Zapfenfasern, centralen Stäbchenfasern mit deren eingeschobenen Knöpfchen an der Zwischenkörnerschicht besteht. Jede einzelne Faser erweist sich bei genügender Einwirkung der Reagentien als ein vollkommen scharf contourirtes, mehr abgeplattetes, strangartiges Gebilde, welches zuweilen eine schwache Längsstreifung zeigt. Sonst habe ich nichts von einem complicirten Bau bemerken können. Wendet man eine schwächere Lösung, namentlich der Osmiumsäure, an, so sieht man die Fäden nicht streng geschieden verlaufen. Sie fliessen streckenweise in einander, oder bei Isolationsversuchen verlieren sie ihren gleichmässigen Contour, sie quellen gleichsam auf, hie und da zeigen sich Höcker oder Verbreiterungen in den mannichfaltigsten Formen. Das Ineinanderfliessen der Fasern sieht man namentlich auch bei den mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparaten. Bei Einwirkung stärkerer Reagentien werden die einzelnen Theile leicht brüchig. Die Fasern brechen dann entweder einfach der Quere nach, oder schräge, oder auch wohl zackig. Sie scheinen nun mehr die Natur von platten Fasern, als von runden Strängen zu besitzen, man findet sie nämlich zuweilen torquirt und als Zeichen davon sieht man Falten erscheinen. Es ist mir allerdings niemals gelungen, reine Querschnitte zu sehen. Granulationen habe ich nie bemerkt, sie zeigten sich stets von demselben glatten, homogenen Aussehen, anders dagegen an den unteren Theilen an der Zwischenkörnerschicht. Allmälig oder auch ziemlich plötzlich wird nämlich die Faser breiter und zieht sich zu einem dreieckigen Gebilde aus, welches mit der Basis der Zwischenkörnerschicht aufsitzt, oder selbst oberflächlich in sie

eingebettet ist. Es gelingt nicht leicht, die Faser mit der Verbreiterung intact zu isoliren, aber überall da, wo es glückt, sieht man Fortsätze davon ausgehen (Fig. 1. b. c.) Die Zahl an den bestgelungenen Präparaten betrug nie mehr als drei, zwei seitliche und ein mittlerer. Die seitlichen stellen sich meistens als stärkere, kürzere oder längere Spitzen dar, die allmälig fein auslaufen, ohne dass es mir gelang, die weiteren Verhältnisse im Bau zu ergründen. Sie gehen meistens schräge ab, biegen dann aber zuweilen wieder in senkrechter Richtung um. Der mittlere dagegen ist kürzer, feiner und läuft rasch in eine ebenso feine Spitze aus, wie die anderen beiden. Häufig ist er abgebrochen, und dann sieht man an der Verbreiterung nur einen flacheren oder tieferen Einschnitt (Fig. 1b). Beim Isoliren bekommt man oftmals eine kleine Menge Zwischenkörnermasse anhaftend, jedoch ist es mir immer gelungen, den Contour der dreieckigen Verbreiterung und der Fortsätze zu verfolgen.

Man könnte annehmen, dass beim Isoliren ein Theil der feinen Fortsätze abrisse und nur die stärksten übrig blieben, allein selbst an Präparaten in situ habe ich nie mehr gesehen, oft wohl, wie erwähnt, weniger, zuweilen selbst nur einen, doch nur dann, wenn die Verbreiterung fast ganz von der Seite sichtbar wurde, wo dann die eine Spitze die andere wenigstens zum grössten Theile deckte. Dies hat mich mit zu der Annahme gebracht, dass Zapfenfaser und dreieckige Verbreiterung mehr abgeplattete Gebilde seien, keine tuten- oder kegelförmigen Körperchen. Der mittlere Fortsatz geht stets senkrecht in die Zwischenkörnerschicht hinein. Namentlich an mit Müller'scher Flüssigkeit längere Zeit behandelten Präparaten sieht man häufig innerhalb der sich verbreiternden Faser und in der Verbreiterung selber sparsame Granulationen auftreten, allein namentlich an den mit Osmiumsäure behandelten habe ich sie ebenso häufig vollkommen homogen gesehen, so dass der Schluss wohl nicht ganz ungerechtfertigt erscheint, dass wir es hier mit durch das Reagens hervorgerufenen Kunstproducten zu thun haben, wie denn überhaupt der Liquor Muelleri die Neigung hat, körnige Massen innerhalb der sonst wohl erhaltenen Gebilde zu erzeugen, die in anderen Flüssigkeiten nicht auftreten.

Diese Zapfenfaser mit ihrer Verbreiterung, welch letztere zuerst H. Müller bei den Fischen beobachtet, hat Henle in seiner Eingeweidelehre näher beschrieben, ohne sich jedoch über ihre physiologische Dignität näher auszusprechen. Seine Beschreibung, die in Betreff des Zapfenkorns und der Zapfen-

faser mit der meinigen übereinstimmt, erwähnt, dass zweierlei Typen des inneren Endes der Fasern zu unterscheiden seien. Einmal ist dasselbe ohne alle oder mit einer kolbigen Anschwellung quer abgestutzt, oder in ein oder zwei kurze Zacken getheilt, oder jede Faser geht in ein glänzendes tutenförmiges Körperchen über, das an der äusseren Grenze der Zwischenkörnerschicht endet und als Kegel sich darstellt, oftmals ausgeschnitten mit zwei Fortsätzen erscheint, denen aber häufig an der Basis der Contour fehlt, so dass es wie eine Tute aussieht. Ganz ähnliche beschreibt er freilich an einer ganz anderen Stelle aus dem Bereich der Macula lutea, auf die ich später zurückkomme. Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass Henle die Zapfenfaserendigung an der Zwischenkörnerschicht gesehen, dass er auch die Fortsätze, die sie in dieselbe hineinschicken, bemerkt, allein er hat sie nicht als constante Bildungen vorgefunden, indem er mehrere Formen der Endigungen anführt. Ich muss mich gegen letztere erklären und glaube, dass dort, wo er keine Verbreiterung an der Zwischenkörnerschicht sah, die Fasern oberhalb derselben auf verschiedene Art abgerissen waren. Auch mir sind Formen vorgekommen, wie er sie beschrieben, kleine, kolbige Anschwellungen oder gar Zacken, ganz entsprechend den Bildern in seiner Fig. 500, allein immer habe ich als normale Gebilde die von ihm beschriebenen kegelförmigen Formen gesehen, und zwar mit drei Fortsätzen. Ich möchte glauben, dass bei ihm, wie es auch bei mir häufig an Isolationspräparaten geschah, der mittlere zarte Fortsatz abriss. Max Schultze, an dessen Beschreibung sich die meinige vollkommen anlehnt, bis auf den einen Punkt des Ausstrahlens der dreieckigen Verbreiterung in viele feine Fäserchen, hat zuerst diese Gebilde als die erweiterten Enden der Zapfenfasern an der Zwischenkörnerschicht und als normal vorkommende Theile beschrieben und dieselben zur weiteren Begründung einer ausführlichen physiologischen Theorie benutzt. Somit ist ihnen eine Bedeutung vindicirt, die ihnen bis dahin nicht beigelegt worden war. Ich schliesse mich ihm an und halte auch die Zapfenfaser für nervös, nur darin weiche ich von ihm, wie gesagt, ab, dass ich niemals solch ein pinselförmiges Ausstrahlen weder in situ noch an isolirten Präparaten gesehen habe, wie er es abbildet. Ich vermag nicht mit Bestimmtheit zu sagen, wodurch solche Bilder hervorgebracht sind, und wage kaum zu vermuthen, dass er durch Zwischenkörnermasse getäuscht worden sei, allein so viele Mühe ich mir auch gegeben, nie wollten mir solche

Bilder zu Gesicht kommen, und selbst wie ich glaubte, dass mir solche vorlägen, liess sich immer der Contour der Verbreiterung und wenigstens zweier, und zwar der seitlichen Fortsätze, mehr oder minder deutlich verfolgen. Freilich befinde ich mich ihm gegenüber in einem gewissen Nachtheil, wie immer derjenige, welcher weniger gesehen, als sein Vorgänger, allein auch wiederholte nachträgliche Untersuchungen haben mich nicht bewegen können, meine Ansicht in Betreff der Dreitheilung der Zapfenfaserenden zu modificiren. Die Anschwellungen, die er bei manchen Präparaten im Verlauf der Zapfenfasern beschrieben, stimmen mit denen, die ich an entsprechenden Objecten bemerkt. Hulke, der bei den Reptilien und Amphibien einen schrägen Verlauf der Zapfen und Stäbchenfasern beschreibt, erwähnt nichts von einer dreieckigen Anschwellung an der Zwischenkörnerschicht. Anders Steinlin, der bei verschiedenen niederen Wirbelthieren die dreieckige Verbreiterung gesehen hat, so bei den Eidechsen, den Schildkröten; dagegen ist es ihm nicht gelungen, dieselben bei den Säugethieren zu entdecken. Damit, dass er die Verbindung der Stäbchen mit den äusseren Körnern läugnet, und, wie ich glaube, an vielen Orten dazu gekommen ist, das, was man sonst als Stäbchen bezeichnet, als Zapfen in Anspruch zu nehmen, mag es zusammenhängen, dass er, von dem Zapfenkorn ausgehend, einen Faden beschreibt, der in die Substanz des Zapfenkörpers eintritt und bis über die Mitte desselben hinaufragt. Er hat dasselbe selbst isolirt und Tab. 2, Fig. 16 dargestellt. Wir haben es also mit einer Art Ritter'schen Faden zu thun. Er hat ihn namentlich schön bei Lophius piscatorius gesehen. Es mag übrigens auch sein, dass er wirklich ähnlich wie M. Schultze in seiner neuesten Arbeit einen complicirten Bau des Zapfenkörpers gesehen hat, ich habe bislang nichts davon entdecken können. Aus der Verwechslung von Stäbchen und Zapfen kann ich mir auch nur erklären, dass Steinlin die Zapfenfaser zur ausfüllenden Bindegewebsmasse rechnet, und sie für eine einen vom Korn ausgehenden centralen Nervenfaserfortsatz umhüllende Faser erklärt. Allerdings sind sämmtliche Theile der äusseren Körnerschicht in eine Bindesubstanz eingebettet, auf die ich später zurückkomme, allein Stäbchenkörner mit ihren Nervenfaserfortsätzen, wie Zapfenkörner mit den zu ihnen gehörenden Fasern lassen sich namentlich in der Osmiumsäure wegen der Zeitfolge in der Erhärtung von denselben strenge trennen. Die Zapfenfaser gehört gewiss nicht zur Bindemasse und umhüllt auch nicht als solche einen feinen

Nervenfaden, sondern sie ist eben, wie Schultze sagt, als solche anzusehen. Nie habe ich ein Gebilde darin entdecken können, welches sich herausziehen liesse, wenn auch die zuweilen sich zeigende Längsstrichelung möglicherweise auf einen complicirten Bau deuten könnte. Anders freilich mit den Fäserchen der Stäbchenkörner. Diese lassen sich von den Zapfenfasern als Ganzes, wenn man so will, aus der Bindesubstanz herausziehen. Das kegelförmige Körperchen oder die dreieckige Verbreiterung hat Steinlin sehr häufig und bei vielen verschiedenen Thieren beobachtet, aber über deren Natur ist er nicht in's Reine gekommen. Bald schien es ihm eine Zelle zu sein, bald sah er es nur als homogenes Körperchen, welches mit breiter Basis der Zwischenkörnerschicht aufsass und mit der Spitze in den faserigen Ausläufer des Zapfenkorns überzugehen schien. Manchmal erschien es ihm in Form einer Knospe. Zuweilen glaubte er es mit der Zwischenkörnerschicht in Verbindung stehen zu sehen, bisweilen zeigte sich ihm selbst an isolirten Präparaten der Abgang einer Faser, als Regel glaubt er aber aufstellen zu müssen, dass diese Verbreiterung kein wesentlicher Theil der Zapfenfaser ist, sondern dass diese eben mit einer Radialfaser zusammenhängt. Er hielt sie ebenfalls für eine Art verdichtete Bindesubstanz. Gegen letztere Deutung muss ich mich ebenso entschieden erklären, wie gegen seine Theorie der Zapfenfaser, und halte ganz in Uebereinstimmung mit M. Schultze diesen höchst merkwürdigen Theil für nervös. Uebrigens gesteht ja Steinlin selbst zu, dass ihm die Bedeutung unklar geblieben, und zweifle ich nicht, dass erneute Untersuchungen von seiner Seite ähnliche Resultate wie Schultze's ergeben werden, selbst mittelst der Präparationsmethode, die er angewandt, und auch die Säugethiere werden ihm dieselben Gebilde zeigen.

Ich wende mich nun zu den nervösen Elementen in der Zwischenkörnerschicht, die Beschreibung dieses Gewebes auf die Darlegung des Radialfasersystems verschiebend. Leider vermag ich über den Verlauf der Elemente hier nur ausserordentlich wenig mitzutheilen. Die von den Knöpfchen der Stäbchenfasern ausgehenden feinen Fädchen gehen senkrecht in die Schicht hinein und lassen sich eine unbedeutende Strecke daraus isoliren, resp. in derselben verfolgen, aber selbst in den dünnsten Schnitten habe ich nicht mit Sicherheit in der Tiefe der körnigen Masse erkennen können, ob wir es an einer bestimmten Stelle mit einem solchen feinen Fäserchen zu thun hatten. Eben so wenig ist es mir bei den drei Fortsätzen der dreieckigen Verbreiterung der Zapfenfasern

gelungen, von denen ja die zwei äussersten schräge, der mittelste dagegen senkrecht in die Schicht hineintritt. Ob eine nochmalige Theilung dieser Fortsätze stattfindet, ist mir nicht klar geworden, es ist möglich, aber mir wenigstens nicht wahrscheinlich, da ich dieselben so ausserordentlich schnell ohne Theilung sich zuspitzen sah. Vollends ist mir ein Zusammenhang mit der inneren Körnerschicht nicht zweifellos zu Gesicht gekommen, obgleich ich einmal einen solchen zwischen Stäbchenfasern und Fasern der inneren Körner zu sehen glaubte. Auch habe ich nie Andeutungen eines reichen Plexus in der Masse entdecken können. Henle, der die ganze Zwischenkörnerschicht als nervös bezeichnet und mit dem Namen der äusseren granulirten belegt, hat ebenfalls nicht die Fasern der Stäbchen und Zapfen weiter verfolgt. Anders dagegen M. Schultze, der das Verhältniss so beschreibt, dass die feinen Fäserchen der dreieckigen Verbreiterung den Eindruck einer Verbindung mit der flächenhaften Faserung der Zwischenkörnerschicht machen. Wir haben es demnach mit einer feinsten flächenhaften Ausbreitung der Nervenfäserchen zu thun, jedoch gesteht er, dass sich über den Verlauf keine näheren Angaben machen liessen. Jedenfalls hat er ebenso wenig wie ich Zapfenfasern von der Stärke wie in der äusseren Körnerschicht hier verlaufen sehen. Ich kann die Schultze'schen Angaben weder bestreiten noch bestätigen, bin aber mehr geneigt, einen einfacheren senkrechten Durchtritt der Fäserchen anzunehmen. Hulke erwähnt ebenfalls eines Plexus bei den von ihm untersuchten Thieren. Die Nervenelemente sollen in Bündel oberhalb der Zwischenkörnerschicht zusammentreten und dann sich in die einzelnen Fäserchen auflösend durch die Masse zur inneren Körnerschicht verlaufen. Steinlin sagt in Betreff der nervösen Elemente der Zwischenkörnerschicht, dass dieselbe von faserigen Elementen durchsetzt werde, welche den über- und unterliegenden Schichten angehörten. Sie scheinen je nach der Dichtigkeit der Bindesubstanz auch in dieser Schicht durch, so dass der Verlauf verfolgt werden kann. Man sieht am Rande, dass die Fasern dieselbe passiren, oder man muss das aus benachbarten Fasern schliessen, welche in Zusammenhang mit den über- oder unterliegenden Elementen getroffen werden. Mir, wie gesagt, ist es bei den höheren Thieren nie geglückt, die Fasern ganz durch die Masse der Zwischenkörnerschicht durchscheinen zu sehen.

Die darauf folgende Schicht ist die der inneren Körner. Was diese betrifft, so glaube ich den grössten Theil der

Elemente derselben zu den nervösen rechnen zu müssen. Sie besteht ähnlich wie die äussere Körnerschicht aus mehreren Lagen rundlicher Zellen, die mir den Ganglienzellen am nächsten verwandt zu sein scheinen. Es sind schöne, runde Zellen (Fig. 10 a.) mit einem grossen, runden, dieselbe fast ganz ausfüllenden Kerne, der namentlich an mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparaten ein stark granulirtes Ansehen darbietet. Die den Kern umgebende Protoplasmaschicht ist heller und zeigt nur hie und da leichte körnige Trübung. Nach beiden Seiten hin zieht sich die Zelle in einen peripherischen und centralen Fortsatz aus (Fig. 10 b. und c.), der anfänglich stärker, allmälig sich mehr verdünnt und in ein Fäserchen ausläuft, welches ganz das Aussehen der von den Stäbchenkörnern ausgehenden Fäserchen besitzt. Dieselben zeigen zuweilen, eben so wie jene, deutliche Varicositäten. Sie lassen sich nicht leicht auf längere Strecken isoliren. An den Körnern, welche der Zwischenkörnerschicht am nächsten liegen, sieht man, wie ein peripherisches Fäserchen (Fig. 10 e.) senkrecht gegen die Zwischenkörnerschicht hin verläuft (Fig. 10 d.), um sich in derselben der weiteren Verfolgung zu entziehen. Wie gesagt, einmal ist es mir vorgekommen, als sähe ich einen Zusammenhang zwischen den Fäserchen der Innenkörner und den Stäbchenfasern, allein das Präparat war mir nicht über allen Zweifel erhaben, und so will ich keinen weiteren Werth darauf legen, besonders auch, da die Verbindung nicht genügend isolirt dargestellt werden konnte. In diesem Falle durchsetzte die Verbindung die Zwischenkörnerschicht ohne Schlängelungen. Ebenso habe ich an den der inneren granulirten Schicht zunächst gelegenen Körnern einen ebenso feinen centralen Fortsatz gegen dieselbe hin verlaufen und senkrecht in dieselbe eintreten sehen, an den übrigen konnte ich die Fäserchen, die sich häufig dicht an die Radialfasern anlegten, auf längere oder kürzere Strecken verfolgen, doch niemals so weit, dass sie bis an die Zwischenkörner oder die granulirte Schicht reichten. Dennoch glaube ich nach den eben dargelegten Befunden so viel aussprechen zu dürfen, dass ein ähnliches Verhältniss wie bei den äusseren Körnern stattfindet, dass das peripherische Nervenfäserchen in grösserer oder geringerer Tiefe, je nach der Lage des inneren Korns, sich mit demselben verbindet, und dass dann, dem entsprechend, eine centrale Faser von eben demselben Aussehen in grösserer oder geringerer Länge zur granulirten Schicht verläuft. Mehr Fortsätze, wie die von den beiden entgegengesetzten Enden abgehenden feinen Fäserchen, habe

ich nie entdecken können. Der übrigen Elemente, die die innere Körnerschicht enthält, werde ich bei der Beschreibung des Radialfasersystems Erwähnung thun. Von anderen nervösen Elementen, wie den Zapfenfasern ähnlichen Gebilden, habe ich nichts entdecken können. Zuweilen können die inneren Körner etwas in ihrer Gestalt, ihrem Aussehen und ihrer Grösse wechseln. Sie bewahren zuweilen nicht die vollkommen kugelige Rundung, sondern können sogar eine unregelmässige Gestalt gewinnen, oder der Kern zeigt sich nicht deutlich gegen die umgebende Zellmasse abgesetzt, aber ich glaube, dass diese Verhältnisse mehr der Wirkung der Reagentien, namentlich der Müller'schen Flüssigkeit und des Alkohols zuzuschreiben sind. Bei guter Einwirkung der Osmiumsäure habe ich regelmässig Formen wie die vorhin beschriebenen beobachtet.

Diese meine Beschreibung stimmt mit der von Henle gegebenen überall bis auf das, was ich über die Fortsätze gesagt. Er thut derselben nicht weiter Erwähnung. Eine ähnliche Uebereinstimmung herrscht auch bei den spärlichen Angaben, die M. Schultze über diese Verhältnisse gegeben, doch finde ich beim Menschen und den Säugethieren nie mehr wie zwei Fäserchen von den inneren Körnern ausgehend, während Schultze bei den Vögeln mehrere gesehen zu haben glaubt. Hulke erwähnt, dass die die innere Körnerschicht schräge durchsetzenden Fasern bei den Amphibien und Reptilien mit zwei verschiedenen Zellformen verbunden sind. Es sind einmal kleine, ovale oder bipolare Kerne, die in den feinen Fasern liegen. Diese sind die zahlreichsten. Dann sind grössere, kernhaltige, verzweigte Zellen vorhanden, die an der einen Seite starke Fasern empfangen, welche aus der Vereinigung der feinen entstehen, und nach der andern Fasern aussenden, die nach der granulirten Schichte schräge verlaufen. Steinlin beschreibt die inneren Körner als runde, kernhaltige Zellen, die durch einen oder mehrere Ausläufer miteinander in Verbindung stehen. An der Grenze der granulirten Schichte schienen ihm dieselben etwas mehr angehäuft zu sein. Die gegenseitige Verbindung der Körner mit mehreren Ausläufern habe ich nie gesehen. Den Wechsel in der Form und die feinen Fäserchen gegen die granulirte Schichte hat Steinlin ebenfalls beobachtet. Ausserdem beschreibt er aber noch eine andere Art zum Nervensystem gehöriger Zellen. Sie sollen nach ihm mit den Zapfenfasern in Verbindung stehen und nach der anderen Seite mit der Radialfaser zusammenhängen. Es gehen theils von ihnen feine Fäserchen

aus, welche sich mit den benachbarten Zellen verbinden, theils solche, welche in die granulirte Schicht eintreten und dort auf weite Strecken verfolgt werden können. Die Zellen haben mehr eine Spindelform. Ich werde später auf dieselben zurückkommen.

Ueber den Verlauf der nervösen Elemente in der granulirten Schicht vermag ich eben so wenig, wie über den in der Zwischenkörnerschicht zu sagen. Den Eintritt der Fäserchen der inneren Körner in dieselbe habe ich deutlich gesehen, aber sie nie auf längere Strecken verfolgen können, nach kurzem Verlaufe entschwanden sie meinen Augen. Dagegen ist es mir hie und da an Zerzupfungspräparaten gelungen, aus derselben feinere Fädchen auf längere oder kürzere Strecken zu isoliren, die in ihrem vollkommen glatten Aussehen und in ihrer Dicke sehr wohl mit den vorhin erwähnten übereinstimmen, so dass ich, trotzdem dass ich den Zusammenhang mit den Körnern nicht gesehen habe, geneigt bin, ein die granulirte Schichte durchsetzendes, feines, nervöses Fasersystem von derselben Natur, wie in der Zwischenkörnerlage, anzunehmen. Diese Fäserchen unterscheiden sich eben wesentlich durch ihre Glätte und Feinheit von den Radialfasern. Henle hält auch diese ganze Lage, mit Ausnahme der sie durchsetzenden Radialfasern, für nervös. M. Schultze nimmt ebenso wie in der Zwischenkörnerschicht einen feinen Nervenfaserplexus an, der von den Ganglienzellfortsätzen ausgehend, sich mit den Fäserchen der inneren Körner verbindet. Auch meine Annahme neigt sich dahin, ob aber ein Plexus vorhanden oder nicht, darüber vermag ich nicht zu entscheiden. Hulke erwähnt, dass die nervösen Elemente gerade so wie in den anderen Lagen diese schräge durchsetzen. Steinlin nimmt wie M. Schultze ein Maschennetz feinster Fäserchen an.

Dieser Lage folgt die der Ganglienzellen. Dies sind Zellen von der allerverschiedensten Grösse und Form, die an einzelnen Orten, namentlich gegen die Macula lutea hin, in mehreren Lagen über einander liegen. Bald sind es mehr runde Gebilde, bald gänzlich unregelmässige, bald in die Länge gezogene, mehr ovale. Jede Zelle enthält einen schönen, grossen Kern, der sich besonders an Osmiumsäurepräparaten durch seine tief schwarze Farbe hervorhebt. Der Kern ist rundlich, granulirt, und zeigt in seinem Innern ein hellglänzendes, bläschenförmiges Kernkörperchen (Fig. 15 b. und c.). Das den Kern umgebende feinkörnige Protoplasma (Fig. 15 a.) ist stark granulirt und entbehrt einer Zellmembran. Der Kern liegt meistens mehr excentrisch. Innerhalb derselben ist keine

Spur irgend einer feineren Structur zu erkennen. Ueberall haben wir das gleichmässige Aussehen des Protoplasma und des Kerns, keine feinen Fasern oder dergleichen. Jede Ganglienzelle ist gegen die Nervenfaserschicht mit einem Fortsatz versehen, der ganz das Aussehen einer Nervenfaser besitzt und auch als solche in Anspruch genommen werden muss. Er geht meistens unter einem sehr spitzen Winkel von der Zelle ab, um dann mit der Faserschicht weiter zu verlaufen. Bei Isolationsversuchen lässt er sich oft in ziemlicher Länge verfolgen (Fig. 15 e.). Gegen die innere granulirte Schichte sehen wir ebenfalls Fortsätze, jedoch in verschiedener Zahl, abgehen (Fig. 15 d). Bald habe ich nur einen entdecken können, bald sind deren zwei, drei oder mehrere. Dadurch wird natürlilh auch die Form der Zellen modificirt. Die mehr in die Länge gezogenen, ovalen erschienen mir häufiger bipolar. Diese Ganglienzellenfortsätze, bei ihrem Abgange breiter, allmälig aber schmäler werdend, senken sich in die granulirte Schicht ein und lassen sich daraus in grösserer oder geringerer Länge isoliren. Dann theilen sie sich in feine Fäserchen. Dieser Vorgang scheint auch in grösserer oder geringerer Entfernung von der Ganglienzelle erfolgen zu können, wenigstens bekam ich einmal ein Bild, wo ein sehr langer Fortsatz nach ungetheiltem Verlauf sich dann erst in mehrere Fäserchen auflöste. Eine Verbindung der einzelnen Ganglienzellen unter einander habe ich nicht mit Sicherheit constatiren können. Allerdings habe ich Bilder bekommen, die täuschend ein solches Verhalten darstellten, aber ich konnte mich einiger Zweifel nicht erwehren, dass wir es dabei mit zum Radialfasersystem gehörigen losgerissenen Fasern zu thun hätten. Ganz unzweifelhafte Verbindungen habe ich trotz aller darauf verwandten Mühe nicht bekommen können. Es ist mir nicht gelungen, den Zusammenhang der Ganglienzellenfortsätze mit den Fasern der inneren Körner zu sehen.

Henle gedenkt auch der verschiedenen Formen der Ganglienzellen und ihrer Ausläufer, hält aber die Annahme der Verbindung, einestheils mit den Opticusfasern, anderntheils mit den inneren Körnern für sehr prekär. Man könne nur sagen die Aehnlichkeit der betreffenden Fasergebilde sei gross. Den Uebergang des centralen Ganglienzellenfortsatzes in die Opticusfaser habe ich gesehen, allein in Betreff der anderen habe ich dieselben Bedenken wie Henle, obgleich mir der Zusammenhang wahrscheinlich ist. M. Schultze drückt sich auch sehr reservirt in Betreff der Verbindungen

aus, obgleich ihm dieselbe in der granulirten Schicht mittelst des feinen Plexus wahrscheinlich ist. Den Nervenfaserfortsatz hält er für einen nackten Axencylinder. Ueber letzteren Punkt wage ich keine Entscheidung zu fällen, da meine Untersuchungen am Opticus in dieser Richtung durchaus nicht ausgedehnt genug waren. Hulke, der die Verbindung mit den Elementen der inneren Körnerschicht gesehen zu haben behauptet, weicht in seiner Beschreibung nicht von der von mir gegebenen ab. Steinlin hat auch nicht den Zusammenhang mit seinen spindelförmigen Körpern in der inneren Körnerschicht nachweisen können, dagegen glaubt er auf's Bestimmteste für eine Vereinigung der beiderseitigen Fortsätze mittelst eines feinen Plexus sich aussprechen zu müssen. Dann statuirt er noch Anastomosen der Ganglienzellen unter einander und die Verbindung mit der Opticusfaserschicht. Von jener giebt er ein Bild Tab. II, Fig. 32. Dann hat er auch vollkommen apolare Zellen beobachtet, die in einer granulösen Masse eingebettet innerhalb der vorigen Schicht liegen. Ich habe nur dann apolare Zellen gesehen, wenn, was leicht geschieht, die Fortsätze abgerissen waren. Manz (die Ganglienzellen der Froschhaut. Diese Zeitschrift, 3. Reihe, Bd. XXVIII, Heft 2 und 3) verfolgte die Ausläufer der Ganglienzellen bis in die innere Körnerschicht, obgleich er sie häufig den Radialfasern sich eng anschliessend fand, und es ist ihm ein Zusammenhang mit den inneren Körnern sicher. Seine Beschreibung der Ganglienzellen stimmt im Wesentlichen mit der meinigen, jedoch hält er es für möglich, dass dieselben eine complicirte Structur besitzen, da er allerdings das Kernkörperchen als einen scharf begrenzten, hellen Punkt einstellen konnte, allein bei einer veränderten Einstellung stellte es sich oft als eine schräg zur Axe des Mikroskopes gerichtete feine helle Linie dar, als ob von dem hellen Punkt eine feine Faser schräge das Protoplasma durchsetzte. Mir ist, wie gesagt, beim Menschen dergleichen nicht zu Gesicht gekommen.

Die Nervenfaserschicht, die letzte der Retina, nimmt von der Eintrittsstelle des Nervus opticus gegen die Peripherie hin allmälig an Dicke ab. Die einzelnen Fasern stellen sich einfach contourirt dar und zeigen namentlich bei schwächerer Einwirkung der Osmiumsäure oder bei Anwendung des Liquor Muelleri starke Varicositäten und verschmelzen dann auch sehr leicht mit einander. Ob die einzelnen Fäserchen eine feine selbständige Scheide besitzen, darüber vermag ich für diesmal nicht zu entscheiden. Sie zeigen sich aber nicht alle gleich dick, sondern ihr Durchmesser wechselt bis zu einer

ziemlichen Feinheit. Wahrscheinlich steht jede einzelne Nervenfaser mit einer Ganglienzelle in Verbindung. M. Schultze, der auf die verschiedene Dicke der einzelnen Fasern aufmerksam gemacht hat, erwähnt, dass die Fasern des Opticus bald ihr markhaltiges Aussehen verlieren, und zweifelt nicht, dass man es mit nackten Axencylindern zu thun habe. Hulke erwähnt der Fasern auch als Axencylinder, weniger entschieden dagegen spricht sich Steinlin aus, der nur des Ueberganges der markhaltigen in blasse Fasern erwähnt. Zudem hält er es für möglich, dass nicht alle Fasern einzeln mit Ganglienzellen in Verbindung treten, da ihm die Zahl der letzteren gegenüber der jener zu klein erscheint. Eine Verbindung mit den Radialfasern hat er nicht zu beobachten vermocht.

Damit hätte ich nun die Beschreibung der Schichten jenseits der Macula lutea abgeschlossen, und ich wende mich jetzt zu diesem wichtigen Theile der menschlichen Netzhaut. Leider standen mir nicht so viele Präparate dieser Gegend zu Gebote, als ich gewünscht hätte, um dieselbe in allen ihren Theilen einer gründlichen Untersuchung zu unterwerfen, namentlich habe ich keine Gelegenheit gehabt, Querschnitte durch die vollständigen unversehrten Maculae zu legen und konnte auch keine frischen Präparate in den Bereich meiner Betrachtung ziehen, allein das, was ich gesehen, möchte doch wohl geeignet sein, einiges Interesse in Anspruch zu nehmen, um so mehr, als es auch hier im Wesentlichen eine Bestätigung der M. Schultze'schen Befunde bringen wird.

Sämmtliche Schichten, mit Ausnahme der Nervenfaserlage, die an ihrer Peripherie aufhört, sind in dem gelben Flecke vorhanden, allein gegen die Mitte der Fovea centralis hin verdünnen sie sich allmälig und dadurch wird die Dicke der Netzhaut in der Fovea sehr gering. Namentlich gegen den Glaskörper hin kommt eine tiefe Delle zum Vorschein. Doch auch an der peripheren Seite sehen wir eine leichte Ausbuchtung auftreten, wenigstens habe ich einmal einen Schnitt bekommen, der eine solche Deutung zuliess. Dadurch muss natürlich der Raum, in dem die lichtpercipirenden Elemente liegen, in der Fovea vergrössert werden. Der Bau der Zwischenkörner, der inneren Körner, der granulirten und der Ganglienzellenschicht ist ganz derselbe, wie ich ihn aus anderen Stellen der Retina beschrieben habe und noch beschreiben werde. Nur in der Lage und Form der lichtpercipirenden Elemente und der der äusseren Körnerlage entsprechenden Schicht finden sich Verschiedenheiten. Gegen den gelben Fleck hin sehen wir allmälig die Zahl der Stäbchen

ab- und die der Zapfen zunehmen. Dabei bewahren sie aber ganz das Aussehen, welches ich früher beschrieben. Anders wird es aber am Beginn der Macula. Hier sind die Stäbchen vollkommen verschwunden und es treten nur Zapfen auf, die in ihren einzelnen Theilen freilich denselben Bau wie die Zapfen der peripherischen Theile der Retina zeigen, aber in ihrer Form sich verändern. Sie werden den Stäbchen gleichsam ähnlicher, in ihrem Körper höher und schlanker und scheinen mir gegen das Centrum hin etwas an Durchmesser abzunehmen. Ich habe, wie gesagt, keine vollständigen Schnitte durch die mit der Pigmentlage isolirte intacte Macula bekommen, und vermag daher in Betreff der Stellung der Zapfen und in Betreff ihrer Länge nichts mit Sicherheit auszusagen, allein da der Raum, in dem sie liegen, sich zu vergrössern scheint, je näher wir dem Centrum kommen, so müssen sie wohl an Länge zunehmen und eine mehr schräge Stellung einnehmen, so dass die Spitzen ihrer Aussenglieder etwas gegen das Centrum hin convergiren. Eine complicirte Structur der Zapfenkörper innerhalb des gelben Flecks habe ich nicht wahrzunehmen vermocht.

Betrachten wir dann die folgende Lage, die der äusseren Körnerschicht entspricht, so sehen wir schon in der Umgebung der Macula dieselbe ein anderes Aussehen gewinnen; die Stäbchenkörner ziehen sich, wie früher erwähnt, mehr von der Zwischenkörnerschicht zurück und statt dessen sehen wir in dem Raume zwischen ihnen eine senkrechte Faserschicht verlaufen, die sich als aus den centralen Theilen der Zapfenfasern wesentlich constituirt darstellte, zwischen denen dann die centralen Fäserchen der Stäbchenkörner verliefen. Indem nun die Zahl der Stäbchen gegen die Macula lutea hin geringer wird, müssen auch die Stäbchenkörner an Menge abnehmen, während die der Zapfenkörner entsprechend an Menge zunimmt. Dadurch wird nun freilich keine erhebliche Veränderung in der Dicke der äusseren Körnerlage bewirkt, sondern ihre Schicht zeigt ziemlich dieselbe Dicke, wie in der nächsten Umgebung des gelben Flecks, während sie erst jenseits mit der Zunahme der viel dünneren Stäbchen erheblich wächst, allein das andere Element, die Zapfenfasern, müssen erheblich zunehmen, und so ist es auch in der That. Die zwischen Körnern und Zwischenkörnerschicht befindlichen Zapfenfasern bilden eine mächtige Lage, die jedoch ein wesentlich anderes Bild, wie in der Umgebung der Macula darbietet, wo sie senkrecht gegen die Zwischenkörnerschicht hin verliefen und in derselben die dreieckige Verbreiterung zeigten.

Ich erwähnte, dass durch die Abnahme in der Dicke der übrigen Schichten die Fovea centralis zu Stande käme, allein das wäre nicht unbedingt richtig, wenn nicht noch in der Lagerung der Zapfenfasern eine Aenderung vorkäme; diese gewinnen nämlich in der Macula eine ungeheure Länge und diese Zunahme würde die Verdünnung der übrigen Schichten reichlich aufwiegen, wenn dieselben nicht gleichzeitig mit der Längenzunahme schräge gegen die peripherischen Theile der Netzhaut verliefen, so dass sie in der Gegend der Fovea centralis fast einen horizontalen Verlauf nehmen. Es ist höchst instructiv, einen Schnitt durch den peripherischen Theil des gelben Flecks und dessen Umgebung zu betrachten. Man sieht dann sehr schön wie, allmälig der senkrechte Verlauf der Fasern einem immer schrägeren Platz macht. Dass es in dieser liegenden Faserschicht die Zapfenfasern sind, lässt sich namentlich an Isolationspräparaten nachweisen. Es ist mir wiederholt gelungen Zapfen und Fasern isolirt im Zusammenhange zu erhalten und auf weite Strecken abzutrennen. Sie unterscheiden sich in nichts von den andern Zapfenfasern, zeigen dasselbe homogene, platte, zuweilen leicht streifige Aussehen wie jene und unterliegen denselben Veränderungen bei schwächerer Einwirkung der Reagentien, verkleben mit einander oder zeigen die eigenthümlichen Ausbuchtungen und grösseren Varicositäten, die ich früher beschrieben. Ich habe sie in ihrem Verlaufe nicht durch irgend welche Theile unterbrochen gesehen. Auch ihr Ende an der Zwischenkörnerschicht ist ganz dasselbe wie an den übrigen Partien der Netzhaut. Während die Fasern bis dicht an dieselbe ihren schrägen Verlauf beibehalten, biegen sie dann plötzlich um, verbreitern sich und sitzen so mit ihrer dreieckigen Verbreiterung senkrecht der Zwischenkörnerschicht auf. Während die Zapfenfaser in ihren übrigen Theilen ein vollkommen homogenes Ansehen hatte, zeigt sie, so wie sie sich verbreitert (Fig. 2 b.) zuweilen einige Körnchen, so wie ich es früher erwähnt. Jede dreieckige Verbreiterung zieht sich auch hier in drei spitz auslaufende Fortsätze aus (Fig. 2 c.). Ich habe auch hier nie mehr gesehen und vermochte trotz anhängender Zwischenkörnermasse bei dem am schönsten gelungenen Isolationspräparate (Fig. 2 d.) dennoch verhältnissmässig deutlich die Contouren der Verbreiterung und der Fortsätze zu erkennen. Ich muss es auch hier unentschieden lassen, ob die drei Fäserchen nicht nachträglich in noch feinere ausstrahlen, und vermag ferner nicht zu sagen, wie der weitere Verlauf derselben in der Zwischenkörnerschicht ist. Sie brechen eben am häufigsten kurz ab.

Diese meine Beschreibung des Baues der Macula lutea beim Menschen stimmt, wie man sieht, mit derjenigen überein, die M. Schultze gegeben hat, nur sind seine Angaben in Betreff der Zapfen und der Lagerungsverhältnisse derselben eingehender wie meine, aber alles, was ich in dieser Beziehung gesehen, weist darauf hin, dass seine Darstellung richtig, nur darin weiche ich auch hiervon bei den peripherischen Theilen der Netzhaut von ihm ab, dass ich niemals das pinselförmige Ausstrahlen der dreieckigen Verbreiterung der Zapfenfaser in feine Fäserchen sah, wie er es angegeben. Ich habe auch hier nie mehr wie eine Dreitheilung beobachtet. Abweichender sind die Angaben von Henle in Betreff derselben Gegend, weniger freilich in Betreff der Schicht der lichtpercipirenden Elemente, als namentlich des Baues der Lage zwischen diesen und der Zwischenkörnerschicht. Die charakteristische Schicht ist eben nach ihm die äussere Faserschicht, die aus Bündeln besteht, welche in der Ebene der Retina streichen. Er hält sie ebenfalls für nervöse Elemente. Im Umkreise der Fovea richten sie sich dann auf und dies geschieht rasch. Sind die Fasern völlig aufgerichtet, so behalten sie den früheren wellenförmigen Verlauf bei, lassen dann aber Zwischenräume und machen den Eindruck eines lichten Waldes schlanker Stämmchen, Zuweilen dringen einzelne Körner zwischen die Bündel vor. Diese Beschreibung stimmt vollkommen überein, wie ich die Verhältnisse gesehen, allein was die Verbindungen mit den lichtpercipirenden Elementen anbetrifft, so giebt er darüber folgende Andeutungen. Diese äussere Faserschicht soll als neues Element in der Macula hinzutreten. Die Zapfenfasern schwellen zunächst der äussern Faserschicht zu kegelförmigen Körperchen an und es gehen von diesen wieder feine Fortsätze aus, die mit Fasern der Schichte zusammenhängen. In der Fovea centralis sollen diese Anhänge und auch die Körner und Fasern häufig fehlen, dort zeigt es sich, dass die Fasern nicht von den Körnern kommen, sondern zwischen ihnen aufsteigen. In Betreff der übrigen Schichten stimmen seine Angaben mit den meinigen, nur erwähnt er nicht näher, wie M. Schultze, die Grösse- und Lageveränderung der Zapfen. Ich kann mich mit dieser Darstellung der Verbindung der einzelnen Theile nicht einverstanden erklären und habe immer die Zapfen mit Fasern der Henle'schen äusseren Faserschicht zusammenhängen sehen. Die von ihm beschriebenen, in denselben liegenden kegelförmigen Körperchen, die nicht mit den an der Zwischenkörnerschicht belegenen zu verwechseln sind, habe ich

an meinen Präparaten nicht wiedergefunden, allein ich muss deren Existenz nach den Präparaten, die Henle mir zu zeigen die Güte hatte, bestätigen, vermag mich aber für diesmal nicht zu entscheiden, ob sie zu den nervösen Elementen oder zum Radialfasersystem zu rechnen sind. Es wäre möglich, dass sie dem Radialfasersysteme angehörten, jedenfalls sind es, mögen sie eine Natur haben, welche sie wollen, Gebilde, die wohl geeignet sind, die Aufmerksamkeit kommender Forscher im hohen Grade zu erregen. Weder Schultze noch mir ist es gelungen, das Stützsystem in der Macula nachzuweisen, obgleich es wohl anzunehmen, dass es vorhanden. Hulke's Beschreibung stimmt wesentlich mit der meinigen, bis auf die Verbreiterung der Zapfenfasern an der Zwischenkörnerschicht.

Soweit die Beschreibung der Elemente, die ich als nervöse in Anspruch nehmen zu dürfen glaube. Wenden wir uns jetzt zu dem Stütz- und Isolationssystem, welches, wohl durch die ganze Retina verbreitet, in sämmtlichen Schichten als zusammenhängendes Ganzes nachgewiesen werden kann und in einigen, der Zwischenkörner- und der granulirten Schicht, sogar das Nervenfasersystem weit überwiegen kann. Die Masse der Zwischenkörner- oder äusseren granulirten nach Henle und der inneren granulirten Schicht, glaube ich zum weit überwiegenden Theile dem Stützfasersystem zuschreiben zu dürfen, welche die Nervenfäserchen einzeln einfach durchsetzen.

Gegen den Glaskörper hin lehnt sich die Retina an die Membrana limitans hyaloidea, welche zuweilen abgerissen, häufig mit der Netzhaut zusammen isolirt wird und bei den Autoren unter dem Namen Limitans interna aufgeführt wird. Sie gehört aber eigentlich nicht der Retina, sondern dem Glaskörper an. Es ist eine zarte, auf dem Querschnitt hellglänzende homogene Membran nach Art der Basalmembranen, die sich namentlich an gut erhärteten Netzhäuten mit ziemlicher Leichtigkeit ablösen lässt und auf der Fläche rundliche, unregelmässige Figuren von grösserem oder geringerem Durchmesser zeigt (Fig. 3 c.). Jedes einzelne dieser Felder ist durch schmale Wälle begrenzt, und innerhalb derselben sieht man hin und wieder, sparsam oder dichter, grössere oder kleinere Körnchen liegen, die zuweilen durch ein einzelnes grösseres rundliches Korn vertreten sein können (Fig. 3 b.). Ist dies der Fall, und man findet es nicht gerade selten, so hat es den Anschein, als sei die Hyaloidea mit einem platten Epithel bekleidet, jedoch der reine Querschnitt zeigt nichts

dergleichen, abgesehen davon, dass diese Figuren auf der der Retina zugewandten Seite liegen. Die Figuren sind hervorgebracht durch die verbreiterten Enden der Radialfasern, sie repräsentiren die Eindrücke derselben auf der Membran. Beim Abziehen rollt sich dieselbe leicht zusammen und legt sich in Falten.

Diese Beschreibung stimmt mit derjenigen von Henle, der auch den Namen in Anwendung gebracht hat, überein. Ebenso erinnert seine Fig. 508 vollkommen an meine Fig. 3. Ein einziges Mal hat Henle zwischen Nervenfaserschicht und Hyaloidea platte, kernlose Schüppchen gesehen, die ihm eine einfache Lage gebildet zu haben schienen. Mir ist dergleichen nicht wieder aufgestossen. Schultze bezeichnet das eben beschriebene Gewebe einfach mit dem Namen Hyaloidea, da er sie ganz richtig zum Glaskörper rechnet. Hulke zählt wieder die Limitans hyaloidea zur Retina und lässt die Radialfasern davon entspringen. Ich muss mich gegen diese Ansicht erklären. Steinlin rechnet wieder ganz richtig wie Schultze diese Membran zum Glaskörper. Seine Beschreibung weicht jedoch insofern von der meinigen ab, als er auf der Aussenfläche ein Epithel beschreibt, welches ziemlich gross, kernhaltig und polygonal erscheint. Für den Menschen muss ich dieses Vorkommen entschieden in Abrede stellen, und halte es nicht für unmöglich, dass er sich durch die Eindrücke der Radialfaserenden mit dem einen Körnchen in der Mitte hat täuschen lassen, um so mehr, als er einen Zusammenhang mit den Radialfaserenden erwähnt, indem die Zellen gleichsam ihr trichterförmiges Ende verschliessen.

Dieser Limitans anliegend folgt dann das System der Radialfasern in der Nervenfaser- und der Ganglienzellenschicht. Diese sitzen der Limitans hyaloidea mit Verbreiterungen auf (Fig. 14 a.), die meistens mit ihrer Basis dicht aneinander schliessen und in gleicher Ebene liegen, so dass dadurch eine einfache Begrenzungslinie entsteht, die man, wenn man will, als Limitans interna bezeichnen könnte, wobei man sich jedoch erinnern muss, dass wir es mit keiner wirklichen Membran zu thun haben. Hie und da sind allerdings die verbreiterten Enden unterbrochen und ragen einzeln für sich aus der Nervenfaserschicht hervor. Sie bieten in ihrem Aussehen ein eigenthümliches Bild. Sie sind als hohle trichterförmige Gebilde anzusehen, die auf ihrer Oberfläche wellig verlaufende, unregelmässige Streifen zeigen (Fig. 14 a.), die ich für den Ausdruck einer Faltung der Masse halten möchte. Es gelingt zuweilen, bei einer Umbiegung der Verbreiterung in die Höhlung

des Trichters hineinzusehen. Eine weitere Structur habe ich in ihnen nicht entdecken können. Sie verschmälern sich allmälig zu breiteren, auch hie und da eine leichte Streifung zeigenden Fasern (Fig. 14 b.), welche, die Nervenfaser- und Ganglienzellenschicht durchsetzend, alsbald in die granulirte Schicht hineintreten. Sie theilen die Nervenfasern auf ihrem Wege gleichsam in Bündel ab, isoliren sie von einander, und in der Ganglienzellenschicht eingetreten bilden sie gleichsam Kapseln für die Zellen. Das sieht man namentlich deutlich an längere Zeit mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten Präparaten. Es laufen von den Fasern helle, glänzende Fortsätze aus, die wie Scheiden die Zellen und ihre Fortsätze umhüllen, eine Faser mit der anderen verbinden und förmlich einen Abguss der in ihnen befindlichen Theile bilden, welche man aus ihnen ohne grosse Mühe isoliren kann. Jede einzelne Zelle sieht man dann so in ihrem Fache liegen. Zuweilen bemerkt man das Radialfasersystem hier leicht körnig getrübt. Henle's und Schultze's Beschreibung stimmt ganz mit der meinigen, nur erwähnt Henle nicht speciell der Limitans interna als eines besonders aufzustellenden Retinatheils. Es kommt ja auch, wie erwähnt, dieser Name keinem gesonderten Gebilde zu, und somit könnte er fallen. Ebenso übereinstimmend ist die Beschreibung von Hulke und Steinlin.

Der folgende Theil des Stützfasersystems ist die granulirte Schicht. Diese sehen wir aus zwei zusammengehörenden Theilen zusammengesetzt, aus den weiter verlaufenden, deutlich in der Schicht sichtbaren Radialfasern und der molekularen Masse. Die Radialfasern durchsetzen ziemlich in der gleichen Dicke, mit der sie eingetreten sind, senkrecht und parallel die Schicht in gewissen Abständen. Sie lassen sich namentlich an in Osmiumsäure und in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrten Präparaten mit Leichtigkeit isoliren (Fig. 13 a.) und stellen sich dann als lichte, zuweilen einzelne Molekularkörnchen zeigende Fasern dar, die überall mit grösseren oder kleineren, spitzeren oder stumpferen, unregelmässigen Stacheln besetzt sind, in denen man Molekularkörnchen entdecken kann. Die molekulare Masse dagegen besteht aus einer homogenen Grundsubstanz, in der eine zahllose Menge dunkle Körner eingebettet sind, so dass das Ganze ein fein granulirtes Ansehen bekommt. Weitere Structur habe ich in derselben nicht entdecken können. Natürlich muss diese Schicht von ungemein feinen Kanälchen für die darin befindlichen ungemein zarten, glatten Fäserchen durchsetzt werden, die wir zuweilen bei Isolationsversuchen zu Gesicht bekommen, und

die ich, trotz des mangelnden Zusammenhangs, als Nervenfäserchen in Anspruch nehmen zu dürfen glaubte. Wenn ich sage, Radialfasern und Molekularmasse der granulirten Schicht sind zusammengehörende Gebilde, so bedarf das allerdings eines Beweises, und ich habe den darin gefunden, dass ich constant die Radialfasern mit den ganz wie Molekularmasse ausschenden Stacheln besetzt fand, dass ich sie niemals glatt hindurch verfolgen konnte. Nun wäre freilich möglich, dass nur ein innigerer Anschluss der beiden Gebilde vorhanden wäre, und dass sie dennoch keine integrirenden Theile bildeten, allein gelegentliche Untersuchungen an den Vögeln zeigten mir, dass einzelne Radialfasern in der Ganglienzellenlage an der granulirten Schicht plötzlich in eine Masse übergingen, die durchaus das Aussehen der Molekularmasse hatte. Die einzelnen Körnchen habe ich nicht zu isoliren vermocht, allein sie haben mir, wenn sie genau an der Spitze eines Fortsatzes der Radialfaser hingen, so dass nach dem freien Ende hin keine Substanz mehr zu entdecken war, gezeigt, dass sie keine Lücken im Gewebe repräsentiren.

Mit Henle's Ansicht, dass die ganze Schicht der Molekularmasse als nervöse in Anspruch zu nehmen sei, kann ich mich nicht einverstanden erklären. Er stützt sich wesentlich auf den ähnlichen Bau der Gewebe der Hirnrinde, obgleich wir in der Beschreibung des Baues ziemlich übereinstimmen. M. Schultze, dessen Auffassung dieser Schicht als zur Stützsubstanz gehörig ich mich vollkommen anschliesse, giebt eine andere Beschreibung der Textur und erwähnt der Schicht als eines ausserordentlich feinen Maschennetzes. Allerdings müssen sich Lücken im Gewebe finden, und wenn die Nervenfäserchen darin einen reichen Plexus bilden, so wird gleichsam ein maschiger Bau zu Stande kommen müssen, allein mir ist immer als das Wesen der Schicht die homogene Masse mit den eingestreuten Molekülen erschienen. Die dunklen Körnchen sind mir nicht der Ausdruck von Lücken. Hulke's Beschreibung schliesst sich ganz an die Schultze's an, während Steinlin mehr meiner Anschauung zuzuneigen scheint.

Nachdem nun so die Radialfasern die granulirte Schicht innig mit der Molekularmasse zusammenhängend durchsetzt haben, treten sie in die innere Körnerschicht hinein und zeigen sich hier als schmalere oder breitere Fasern, die bei Anwendung erhärtender Reagentien mit unregelmässigen Zacken besetzt erscheinen. Diese umschliessen, wie wir es bei den Ganglienzellen sahen, die inneren Körner und deren Fortsätze. Auch diese liegen gleichsam in Kapseln, und wenn sie heraus-

fallen, sieht man häufig einen vollkommenen Abguss derselben zurückbleiben. Die Isolation gelingt am leichtesten in Müller'scher Flüssigkeit; in Osmiumsäure erhärten sie später, wie das nervöse Gewebe, und werden dann leicht brüchig. Die einzelnen Fasern und ihre Fortsätze zeigen häufig eine leichte körnige Trübung (Fig. 4 b.), gleich als hätten wir es mit Molekularmasse aus der granulirten Schicht zu thun. Eine Eigenthümlichkeit zeigen diese Fasern, durch die sie vor denen in den übrigen Schichten ausgezeichnet sind. In ihnen eingeschlossen liegt nämlich ein rundlich ovales, oft auch spindelförmiges, kernhaltiges Gebilde (Fig. 9 a), welches eben durch seine Gestalt sich von den übrigen inneren Körnern auszeichnet. Es ist eine Zelle mit einem grossen Kern und Kernkörperchen. Sie gehören nicht zum nervösen System, sondern sind der Radialfaser angehörig. Ich habe sie in grösserer oder geringerer Tiefe in den Fasern eingeschlossen liegen gesehen. Fortsätze irgend welcher Art habe ich nicht an ihnen bemerkt, dagegen kann man oft sehen, wie die Fäserchen der inneren Körner sich den Radialfasern anschmiegen.

Henle hält es für möglich, dass kleine, glänzende, eckige Zellen, die er ausser den gewöhnlichen inneren Körnern in dieser Schichte gefunden hat, in Beziehung zu den Radialfasern stehen. Ich glaube, es sind die rundlichen eben beschriebenen Zellen, die ich allerdings namentlich auch in Alkohol und Müller'scher Flüssigkeit zuweilen ihre Gestalt wechseln und glänzend eckig werden sah. Schultze hat diese Gebilde auch gesehen und abgebildet, hält sie aber für Kerne, um die herum ein feinkörniges Protoplasma in erheblicher Menge er nicht entdecken konnte. Ich habe es, wenn es auch nur in dünner Schicht vorhanden war, nicht vermisst. Auch Hulke erwähnt ihrer als solcher, die vielleicht den Bindegewebskörperchen entsprechen. Steinlin hat sie ohne Zweifel auch gesehen, und schliesst sich meiner Auslegung der Gebilde als Zellen an, jedoch kann ich mich der weiteren Beschreibung für die Menschen und Säugethiere nicht anschliessen. Es sollen von ihnen Fasern in die granulirte Schicht hineingehen, und dann vor allen Dingen solche, die eine Verbindung mit den inneren Körnern abgeben. Ich glaube, er hat sich durch Bilder täuschen lassen, wo sich die Fäserchen der inneren Körner eng an die Radialfasern anschmiegten. Im Uebrigen schildert er auch eine weiche, structurlose Masse, die sich zu einer feinkörnigen verdichtet und Hüllen und Scheiden für die nervösen Theile abgiebt.

Das System der Stützfasern wird dann in der Zwischenkörnerschicht fortgesetzt in einer bald dickeren, bald dünneren Masse von ähnlichem Aussehen und Bau wie die granulirte Schicht, jedoch zeigen sich in derselben viel deutlicher wie dort zwei Fasersysteme, ein dieselbe senkrecht durchsetzendes, dem Radialfasersystem angehörig, und ein in der Ebene der Retina verlaufendes, dessen einzelne Fasern zu isoliren nur leider bislang noch nicht gelungen ist. Es wäre möglich, dass letzteres zum grössten Theile durch Gefässe hervorgebracht würde, die man bis in diese Schicht, nachdem sie die übrigen häufig in schräger Richtung durchsetzt, verfolgen kann. Die senkrecht verlaufenden Fasern (Fig. 11 b.) lassen sich bald dichter gedrängt, bald weiter auseinanderstehend sehr bequem bis zur äusseren Körnerschicht verfolgen und isoliren. Sie bieten dasselbe Aussehen dar wie die isolirten Fasern in der granulirten Schicht und zeigen in ihrem Innern häufig feine, molekulare Körner. Sie hängen innig mit der Molekularmasse zusammen, die wie in jener den Hauptbestandtheil der Schicht bildet, und beide sind als zu demselben System der Bindesubstanz gehörig zu betrachten. Für die durchsetzenden Nervenfäserchen müssen natürlich Kanälchen vorhanden sein, und so könnte man auch hier, wenn eine Plexusbildung vorhanden ist, von einem reticulirten Gewebe sprechen, allein die dunklen Pünktchen in der Masse sind auch hier aus den früher erwähnten Gründen keine Lücken, sondern eben als Körnchen in die homogene Masse eingebettet zu betrachten. Die horizontale Streifung (Fig. 11 a.) verläuft mehr oder minder leicht wellig und lässt sich immer nur auf kurze Strecken als helle, schmale Bänder verfolgen. In dieser Schicht sieht man häufig die dreieckigen Verbreiterungen der Zapfenfasern und die Knöpfchen der Stäbchenfasern verborgen. Häufig geht auch die Masse in unregelmässige nach beiden Seiten hin schlecht begrenzte Ausbuchtungen über, während die granulirte Lage meistens schärfere Grenzen zeigt.

Henle hält auch diese Schicht für eine nervöse, während M. Schultze sie, wie ich, der Stützsubstanz zuzählt, doch muss ich mich ebenso wie früher, so auch hier, gegen die Deutung der dunklen Pünktchen als Löcher aussprechen. Henle erwähnt auch speciell der horizontalen Faserung. Hulke schliesst sich in Betreff der Schilderung des Baues an Schultze an. Steinlin, der sie als molekulare Masse beschreibt, hat für gewöhnlich keine eigenthümlichen faserigen Elemente darin gesehen.

Weiter lässt sich nun das Radial- und Stützfasersystem in die äussere Körnerschicht hinein verfolgen. Von den Fasern aus der Zwischenkörnerschicht emporsteigend ragen sie senkrecht hervor, bringen so gleichsam die äusseren Körner in Reihen, ähnlich wie die Zapfenfasern, was man namentlich schön an Alkoholpräparaten sehen kann, wodurch dann, wenn man die feinen Interstitien zwischen den einzelnen Körnern und deren Querstreifen hinzurechnet, das korbgeflechtartige Aussehen hervorgebracht wird, dessen Henle speciell Erwähnung gethan. Die Fasern unterscheiden sich in nichts von denen in der inneren Körnerschicht, nur fehlen hier die dazu gehörigen Zellgebilde und zuweilen sieht man hier eine dendritische Verzweigung einer Faser (Fig. 12 a.). Die äusseren Körner und deren Fäserchen liegen auch hier in Scheiden und Hüllen, die von dem Fasersystem ausgehen. Alle Stäbchen- und Zapfenkörner liegen immer unterhalb der Grenze, die das Stützfasersystem gegen die lichtpercipirenden Elemente bildet, ähnlich wie unterhalb der Nervenfaserschicht. Die peripherischen Enden der Stützfasern verhalten sich wechselnd. Bald sieht man die Fasern in feinere Zweige zerfallen, und so eine Verbreiterung bilden, die mit einer Platte abschliesst, bald stellen sich die Enden als einfache, hellglänzende, platte Knöpfchen dar. Diese Theile liegen in einer Ebene, hängen nur lose zusammen, aber mit den Basen der Stäbchen und Zapfen kommt eine continuirliche Grenzlinie zu Stande, die man füglich als Limitans externa bezeichnen kann, obgleich man sich auch hier zu erinnern hat, dass wir es dabei nicht mit einer Membran im eigentlichen Sinne des Wortes zu thun haben. Sie besteht aus den mehr oder minder fest an einander gelegten, in einer Ebene liegenden Enden der Stützfasern, deren Maschen die vollkommen isolirt stehenden Basen der lichtpercipirenden Elemente eingefügt sind und so, wie gesagt, die Grenzlinie vervollständigen helfen.

Henle hält die Limitans externa für den Ausdruck einer Membran, während er andere Elemente als äussere Körner und Zapfenfasern mit den Annexa vermisste. Schultze tritt auch für die Selbständigkeit der Grenzmembran ein, während meine sonstige Beschreibung vollkommen mit der seinigen stimmt. Hulke erwähnt, entsprechend einer früheren Ansicht von Schultze, dass die Zapfenkörner wie Eier in einem Eierbrett in der Limitans externa stecken.

Ueber das Stützfasersystem der Macula lutea vermag ich nichts zu sagen. Schultze erwähnt nur der Kerngebilde

der Radialfasern in der inneren Körnerschicht, wovon ähnliche in der Faserschicht der äusseren Körner vorkommen sollen. Henle ist der Einzige, der dort die eigenthümlichen dreieckigen Körperchen beschreibt und abbildet, deren Untersuchung ich kommenden Forschern empfohlen und von denen ich hoffe, dass sie sich als zum Stützfasersystem gehörig erweisen werden.

Verweilen wir noch einen Augenblick bei der Frage, ob Alles, was ich hier als Stützfasersystem beschrieben, von gleicher Construction, demselben Gewebe angehörig ist, so glaube ich erstere Frage verneinen, letztere bejahen zu müssen. Ich glaube, dass die Radialfasern, die ich in ihrer ganzen Länge von der Nervenfaserschicht bis in die äussere Körnerschicht verfolgen konnte, mit den dazu gehörigen Molekularmassen in der granulirten und der Zwischenkörnerschicht präformirte Gebilde sind, dagegen nehme ich an, dass die Masse, welche die Hüllen und Scheiden für die Körner und Ganglienzellen mit deren Fortsätzen bildet, eine zwischen ihnen ergossene Intercellularsubstanz ist, die erst durch die Einwirkung der Reagentien erhärtet. Namentlich an Osmiumsäurepräparaten tritt dies deutlich hervor. Die nervösen Elemente werden zuerst sichtbar, bald darauf kommen die Radialfasern zum Vorschein, allein dabei gelingt es doch noch immer, die Körnermasse gut zu isoliren, dann aber erhärtet die zwischengegossene Masse, und so werden die Isolationsversuche schwieriger. Dennoch glaube ich, dass diese Intercellularsubstanz in einigen Zusammenhang mit dem Stützfasersystem zu bringen ist, vielleicht entwicklungsgeschichtlich in noch näherem Zusammenhange steht. Ob die Radialfasern als modificirte Epithelzellen anzusehen sind oder nicht, werden eingehende Forschungen im Entwicklungsgange an's Tagslicht bringen. Es ist mir nicht unwahrscheinlich, namentlich auch wegen des in ihnen enthaltenen eigenthümlichen Gebildes in der inneren Körnerschicht.

Die physiologischen Folgerungen, die sich an den Bau der Retina knüpfen, hat M. Schultze durch seine ausgedehnten Untersuchungen weit besser begründet, als es durch die meinigen geschehen könnte. Kommt seine Anschauung, der ich mich in meiner vorläufigen Mittheilung schon angeschlossen habe, zur weiteren Geltung, so ist vielleicht die Bedeutsamkeit der Dreitheilung der Zapfenfaser für die Young-Helmholtz'sche Theorie, für die Theorie der Farbenblindheit nicht unerheblich. Ich habe sie immer wieder gefunden. Es fehlt dann nur, wie Hensen es schon so schön

für die niederen Thiere nachgewiesen, dass eine verschiedene Verbindung der differenten lichtpercipirenden Elemente und ihrer nächsten Ausläufer mit den Opticusfasern zu Stadne kommt. Ein Erforschen des weiteren Zusammenhangs der Theile wird darüber im vollen Maasse Aufschluss ertheilen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Der untere Theil der Zapfenfasern an der Zwischenkörnerschicht jenseits der Macula lutea. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit. a. und a'. die Zapfenfaser. b. dreieckige Verbreiterung der Zapfenfaser mit zwei Fortsätzen. Der mittlere ist verschwunden. c. Eine solche mit der Dreitheilung.

Fig. 2.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Der untere Theil einer Zapfenfaser aus der Macula lutea. Osmiumsäurepräparat. a. Zapfenfaser. b. Dreieckige Verbreiterung, Granulationen zeigend. c. Die drei Fortsätze derselben. d. Der Verbreiterung anhaftende Zwischenkörnermasse.

Fig. 3.

Vergr. $^{500}/_{1}$. Ein Stück der Membrana limitans hyaloidea von der Aussenfläche gesehen. Alkoholpräparat. a. Die homogene Masse der Membran. b. Eindruck des unteren tutenförmigen Endes einer Radialfaser mit einem Körnchen in der Mitte. c. Ein solcher mit mehreren Körnchen.

Fig. 4.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Zapfen- und Stäbchengruppe aus den peripheren Theilen der Netzhaut. Osmiumsäurepräparat. a. Innenglied des Stäbchens. b. Aussenglied eines solchen. c. Grenzstreifen zwischen denselben. d. Zapfenfortsatz. e. Zapfenkörper. f. Das sich zur Stäbchenfaser zuspitzende kegelförmige Ende des Innengliedes des Stäbchens. g. Stäbchenfaser. h. Stäbchenkorn.

Fig. 5.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Zwei isolirte theilweise erhaltene Stäbchenzellen. Osmiumsäurepräparat. a. Vollständiges Innenglied des Stäbchens. b. Ritter'scher Faden in einem nicht ganz erhaltenen Stäbcheninnengliede. c. Aus dem Innengliede hervorragender Ritter'scher Faden.

Fig. 6.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Isolirter Zapfen mit Annexa. a. Zapfenkörper, der Zapfenfortsatz ist nicht erhalten. b. Verbreiterter Saum des Fortsatzes zwischen Zapfenkorn und Körper. c. Zapfenkorn. d. Zapfenfaser. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.

Fig. 7.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Isolirte Stäbchenkörner. Osmiumsäurepräparat. a. Stäbchenkorn. b. Der mit einem Stäbchen in Verbindung stehende Fortsatz. c. Gegen die Zwischenkörnerschicht verlaufender Fortsatz. d. Knopfförmiges Ende der Stäbchenfaser an der Zwischenkörnerschicht nach M. Schultze

Fig. 8.

Vergr. $^{700}/_{1}$. a. Zwischenkörnermasse. b. Knöpfchen der Stäbchenfaser. c. Ueberrest der Stäbchenfaser. d. Fäserchen, welches vom Knöpfchen ausgehend in die Zwischenkörnermasse sich erstreckt. Osmiumsäurepräparat.

Fig. 9.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Isolirtes Radialfaserstück aus der inneren Körnerschichte. Osmiumsäurepräparat. a. Zum Radialfasersystem gehörige in demselben eingebettete Zelle. b. Radialfaser.

Fig. 10.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Isolirtes inneres Korn aus der Nähe der granulirten Schicht. a. Inneres Korn. b. Gegen die Zwischenkörnerschicht verlaufender Fortsatz. c. In die granulirte Schicht sich hineinerstreckender Fortsatz. d. Masse der granulirten Schicht. Osmiumsäurepräparat.

Fig. 11.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Stück der Zwischenkörnermasse. Osmiumsäurepräparat. a. Masse der Zwischenkörnerschicht. b. Dem System der Radialfasern in der inneren Körnerschicht angehörende Fasern. c. Längsfasern der Zwischenkörnerschicht.

Fig. 12.

Vergr. $^{500}/_{1}$. Isolirte Radialfasern aus der äusseren Körnerschicht. Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit. a. Radialfaserstamm. b. Radialfaserzacke.

Fig. 13.

Vergr. $^{500}/_{1}$. Isolirte Radialfasern aus der granulirten Schicht. a. Radialfaserstamm. b. Zacken desselben.

Fig. 14.

Vergr. $^{500}/_{1}$. Isolirte verbreiterte Enden an der Limitans hyaloidea aus Liquor Muelleri. a. Isolirte tutenförmige Verbreiterung mit der anderen zusammenstossend. b. Radialfaser.

Fig. 15.

Vergr. $^{700}/_{1}$. Isolirte Zellen aus der Ganglienzellenschicht. Aus Müller'scher Flüssigkeit. a. Ganglienzellkörper. b. Zellkern. c. Kernkörperchen. d. In der granulirten Schicht verborgene Ganglienzellenfasern. e. Opticusfaserfortsatz einer Ganglienzelle.

Fig. 16.

Vergr. $^{500}/_{1}$. Isolirte Pigmentzellen mit Aussengliedern der Stäbchen vom Schaf. Osmiumsäurepräparat. a. Aussenglieder der Stäbchen. b. Der helle Theil der Pigmentzellen. c. Im Grunde der Zellen angehäufte Pigmentmassen.

Ueber das Verhalten des Sphincter pupillae der Säugethiere gegen Atropin.

Von

Dr. **A. Gruenhagen** in Koenigsberg i/Pr.

Frühere Untersuchungen hatten mich zu dem Schlusse geführt, dass der Sphincter pupillae der Säugethiere, speciell der Kaninchen, durch Atropin nicht vollständig, die ihn versorgenden Oculomotorius-Fasern aber gänzlich durch dieses Gift gelähmt würden*).

Zu dem letzteren Ergebnisse gelangte ich dadurch, dass ich bei electrischer Reizung des intracraniellen Oculomotorius-Stumpfes keine Verengerung der Kaninchen-Pupille im vorher gut atropinisirten Auge beobachten konnte, ein Erfolg, der in normalen Augen niemals ausbleibt. Stets habe ich es in meinen vielfach wiederholten Experimenten für nothwendig erachtet, nur das eine Auge des Versuchsthieres zu atropinisiren und nach Eröffnung der Schädelhöhle beide Oculomotorii, jeden für sich, hinsichtlich seiner Wirkung auf die Pupillenweite geprüft**). Stets fand ich, dass der eine des normalen Auges seinen bekannten Einfluss in vollem Maasse entfaltete, dass Galvanisirung des andern dagegen keine sichtbare Pupillen-Veränderung im vergifteten Auge hervorrief.

Da ich nun gleichzeitig wahrnahm, dass Reizmittel der verschiedensten Art die Pupille des atropinisirten Kaninchen-Auges trotz alledem erheblich zu verengen im Stande sind, so electrische, chemische, mechanische Reizung der Iris, der

---

*) Ich bemerke, dass ich nach den bekannten Erfahrungen über die Contractilität des Protoplasma's die eigene Irritabilität der Muskeln nicht mehr für zweifelhaft ansehen kann.

**) Vgl. d. Beschreibung des Versuches. Virch. Arch. Bd. XXX. p. 514.

Conjunctiva, des Trigeminus, damals aber noch jede active Myosis auf eine Sphincter-Contraction zurückführen zu müssen glaubte, ja selbst die pupillenverengernden Fasern des Quintus im Anschlusse an Budge für motorische Nervenfasern des Sphincter pupillae ansah, so musste ich consequenterweise die Ansicht gewinnen, dass die Fibrillen dieses Muskels durch Atropin nicht gelähmt würden, und, dass die eigene Irritabilität derselben erhalten bliebe, wenngleich auch die Erregungsfähigkeit der ihnen zugehörigen Nervenfasern durch das Mydriaticum sicher vernichtet wäre.

Nichtsdestoweniger hielt ich es jedoch schon damals für wahrscheinlich, dass auch die Muskelfasern in ihrer Erregbarkeit directen Reizen gegenüber mindestens gelitten haben könnten. Denn unzweifelhaft stand nach meinen Untersuchungen fest, dass sich die Pupillen decapitirter Kaninchen bei Durchleitung electrischer Ströme leicht dilatirten, wenn die Augen derselben vorher atropinisirt worden waren, dagegen oft bewegungslos blieben, sich sogar mitunter verengten, wurden normale Augen dem gleichen Experimente unterworfen.

Selbstverständlich habe ich diesen Versuch der besseren Controle halber jedesmal an je einem Thiere angestellt und das Verhalten des einen normalen Auges mit dem des anderen vergifteten verglichen. — Oft genug bot sich hierbei die Gelegenheit, eine zweite Thatsache zu constatiren, dass nämlich die Erweiterung der Pupille stets am ergiebigsten ausfällt, wenn die beiden reizenden Electroden des Inductions-Apparates einander diametral gegenüber auf den Limbus corneae aufgesetzt werden. Die Erklärung davon ergiebt sich von selbst, bedenkt man, dass bei der beschriebenen Anordnung des Versuchs die möglichst grösste Masse von Iris-Gewebe mit seinen musculösen und nervösen Elementen in den Stromkreis gelangt. Namentlich dürften die letzteren, welche, in bedeutender Menge vorhanden, bei reichlicher Arkadenbildung grosse Strecken der Regenbogenhaut radiär durchziehen und bei solchem Verlaufe häufig genug in beträchtlicher Ausdehnung von Strömungs-Curven durchflossen werden müssen, hierbei in Frage kommen.

Neuere Untersuchungen von Rogow*) und mir haben nun ergeben, dass nicht jede active Myosis (Myosis durch Reizung) auf eine Sphincter-Contraction bezogen werden kann, und, dass insbesondere dem Trigeminus eine eigenthümliche Wirkung auf das Iris-Gewebe zuzukommen scheint, durch

*) Diese Zeitschr. Bd. XXIX.

welche die Elasticität desselben vermindert, eine erhebliche pupillendilatirende Kraft also aufgehoben wird. Der oben ausgeführte Schluss, aus welchem sich die Behauptung einer unvollständigen Lähmung des Sphincter pupillae herleitete, wird somit nicht länger als stichhaltig anzusehen sein, und muss die Frage über das Verhalten des Sphincter pupillae gegen Atropin einer erneuten Durchsicht unterzogen werden.

In Rücksicht hierauf habe ich eine Reihe von Experimenten angestellt, deren Resultate ich jetzt zunächst mittheilen will. Ich habe gefunden

1) dass bei curarisirten, durch künstliche Respiration am Leben erhaltenen Kaninchen während der Reizung der gut atropinisirten Augen stets nur Pupillen-Dilatation, niemals Pupillen-Verengerung eintritt, mag man nun zwei Electroden einander diametral gegenüber auf dem Limbus corneae oder vier dem inneren Pupillar-Rande parallel anbringen;

2) dass dies in gleichem Maasse auch für die atropinisirten Augen decapitirter Kaninchen gilt;

3) dass sich, wie schon dereinst mitgetheilt, die Pupillen atropinisirter Kaninchen-Augen in den unter 1) angeführten Fällen nach der Reizung sehr erheblich verengen und dann häufig genug bei erneuter Reizung keine Veränderung ihrer Weite mehr erfahren;

4) dass sich, wie ebenfalls längst allgemein bekannt, die Pupillen atropinisirter Kaninchen-Augen nach der Decapitation spontan verengen.

Nimmt man den unter 1) kurz beschriebenen Versuch an Kaninchen vor, denen man auf einer Seite vor längerer Zeit (4—5—8 Tagen) das Ganglion supremum n. sympath. total exstirpirt hat, so findet man constant, dass sich die mydriatischen Pupillen bei electrischer Reizung der Iris mit zwei oder vier Electroden, wo man dieselben auf der Cornea auch anbringen möge, auf der operirten Seite sofort erheblich verengen, um eine Weile (20—30 Minuten) in beträchtlicher Myosis zu verharren und sich alsdann wiederum allmälig zu erweitern. Hat man die Augen vor dem Versuche nicht atropinisirt, so beobachtet man während der Galvanisirung der Iris mitunter beiderseitig Verengerung der Pupille, gewöhnlich aber auf der nicht operirten Seite gar keinen Erfolg oder am häufigsten eine nicht sehr bedeutende Dilatation. Sehen wir zu, welche Schlüsse sich aus diesen Ergebnissen entnehmen lassen.

Die Thatsache, dass ein electrischer Reiz die Pupille des atropinisirten Kaninchen-Auges auf der Stelle kräftig verengt,

hat man zuvor Sorge getragen, den Iris-Sympathicus gänzlich zu eliminiren, kann in doppelter Weise erklärt werden.

Einmal könnte man annehmen wollen, dass die Muskelfasern des Sphincter pupillae durch Atropin nicht gelähmt werden und auf electrische Reizung daher noch immer zu reagiren vermögen. So lange der Iris-Sympathicus sich in normalem Zustande befindet, überwiegt sein Einfluss und Galvanisirung der Iris ruft Pupillen-Dilatation hervor. Wird er aber vor dem Versuche ertödtet, so muss die Folge der Sphincter-Contraction, die Pupillen-Verengerung rein zu Tage treten. Die oben erwähnte Thatsache, welche eine Lähmung auch der Muskelfasern durch Atropin in Aussicht stellte, der zu Folge Pupillen-Dilatation durch electrische Reizung des atropinisirten Auges leichter und ergiebiger zu Stande kommt als bei Reizung des normalen Auges, steht dieser Deutung nicht unbedingt entgegen. Denn sehr wohl liesse sich denken, dass Atropin die Fasern des Sphincter nur theilweise lähmt und einen paretischen Zustand in ihnen erzeugt, ja man brauchte auch nicht einmal dieses Zugeständniss zu machen und könnte unter einer gewissen Voraussetzung immer noch bei der Ansicht verharren, dass Atropin nur die Endausbreitung des Oculomotorius zeitweilig ertödte. Giebt man nämlich die Möglichkeit zu — und wer könnte sie bestreiten — dass die Pupillen-Reaction bei directer Iris-Reizung vornehmlich durch Erregung der in dem Gewebe der Regenbogenhaut verlaufenden Nerven eingeleitet werde, so ist es einleuchtend, dass die durch Atropin unsrer Annahme gemäss paralysirten Oculomotorius-Fasern den ihnen zugehörigen Muskel nicht mehr in Contraction versetzen können, und, dass, wenn sich nun der electrische Reiz ausschliesslich den sympathischen Nervenfasern mittheilt, eine leichte und ergiebige Pupillen-Dilatation die Folge sein muss.

Andrerseits braucht aber die fragliche Pupillen-Verengerung des atropinisirten Kaninchen-Auges keineswegs mit Nothwendigkeit auf eine Sphincter-Contraction bezogen zu werden, sie kann ebensowohl einer Elasticitäts-Veränderung des Iris-Stroma ihre Entstehung verdanken und auf gleiche Stufe mit der nach mechanischer oder chemischer Reizung des Sclerotico-Corneal-Randes eintretenden Myosis gestellt werden, mit einem Worte, sie beruht möglicherweise auf einer Reizung des Trigeminus.

Die Entscheidung, welche von den beiden angeführten Erklärungen die richtige sei, ist schwer; zwei Wege bieten sich dar sie herbeizuführen. Der eine, von vielfachen Zu-

fälligkeiten experimentellen Missgeschicks abhängig, besteht darin, dass man das Ganglion supremum des N. sympathicus bei Kaninchen exstirpirt, den Trigeminus intracraniell durchschneidet und nach Verlauf einiger Tage electrische Schläge durch die gut atropinisirten Augen des mit Curare vergifteten und durch künstliche Respiration am Leben erhaltenen Thieres hindurchleitet. Ist die oben beschriebene Myosis durch Reizung des Trigeminus und nicht durch den noch erregbaren Sphincter veranlasst, so muss sie nach diesen Vorbereitungen des Versuchs gänzlich ausbleiben.

Der andere, bequèmere Weg sucht die Frage durch kritische Erwägung von Thatsachen zu lösen, welche uns eine, so zu sagen, comparative Physiologie entgegenträgt.

Ich werde hier ausschliesslich dem letzteren Versuchsplane folgen und versuchen, den ersten, dem Anscheine nach entscheidenderen und vielleicht früher oder später doch noch einzuschlagenden zu umgehen.

Bekanntlich besitzt der Trigeminus der Katzen keinen nachweisbaren Einfluss auf die Bewegung der Iris, auch verengt sich vielleicht eben darum die Pupille des atropinisirten Katzen-Auges weder bei der Decapitation, noch, mindestens in der Regel, bei Aetzung der Cornea durch Nicotin, durch Creosot und Arg. nitricum, noch bei mechanischer Reizung derselben, alles Mittel, eine periphere oder centrale Erregung des Trigeminus einzuleiten. Endlich besitzt der Sphincter pupillae dieser Thiere eine grössere Reizempfänglichkeit als der nämliche Muskel bei den Kaninchen, seine Reactions-Weise nähert sich in höherem Grade der der willkürlichen, quergestreiften Muskeln. Von Wichtigkeit muss es also erscheinen, eine Reihe ähnlicher Versuche, wie vorhin am Kaninchen-Auge, am Katzen-Auge auszuführen.

Versuch I.

Einer grossen, mit Curare vergifteten Katze wurden nach Einleitung künstlicher Respiration zwei Electroden eines Schlitten-Apparates dicht neben einander (2 L. Entfernung) auf den Sclerotico-Corneal-Rand aufgesetzt. Die erweiterten (Lähmung des Katzen-Oculomotorius durch Curare) und bald nach der Vergiftung gegen Lichtreiz reactionslos gewordenen Pupillen dilatiren sich local an der Reizungsstelle noch mehr. Gleichzeitig zieht sich aber das intrapolare Sphincter-Stück deutlich sichtbar zusammen. Nach vielfachen Wiederholungen des Versuchs wird in das linke Auge ein kleiner Atropin-Krystall eingebracht und nach Ablauf einer halben Stunde, bei

gleicher Reizungsweise wie vorhin, ausschliesslich Pupillen-Dilatation wahrgenommen, während sich der Sphincter des rechten Auges bei electrischer Reizung nach wie vor local contrahirt.

Beide Pupillen sind gleichweit, ein Randstück der Iris von 2 Mm. Durchmesser ist vor dem Limbuscorneae sichtbar.

Aus diesem noch an mehreren Katzen mit gleichem Erfolge wiederholten Versuche geht hervor, dass Atropin auch die Muskelfasern des Sphincter pupillae ihrer Erregungsfähigkeit beraubt hatte. Wenn aber, schliesse ich weiter, die Atropin-Vergiftung bei einer Thier-Art solche Wirkung äussert, so wird die mydriatische Kraft desselben Stoffes bei andern Thieren der gleichen Ursache ihre Entstehung schulden und durch ihn speciell auch dem Kaninchen-Sphincter seine eigene Irritabilität geraubt werden. Dies zuzugeben, so würden sämmtliche Arten der Myosis, welche im atropinisirten Kaninchen-Auge zu Stande kommen können, sofern sie nicht als paralytische Myosen, bedingt durch Sympathicus-Lähmung, angesehen werden müssen, durch Erregung des Trigeminus und die daraus resultirende Elasticitäts-Verringerung des Iris-Gewebes zu erklären sein. Denn Reizung dieses Nerven allein — nicht mehr, wie ich nachgewiesen, des Oculomotorius — vermag im atropinisirten Auge dieselbe Art der Pupillen-Enge hervorzurufen, wie wir sie bei Nicotin-, Creosot-Instillation, bei Aetzung der Cornea mit Arg. nitricum, bei Galvanisirung der Iris zu beobachten Gelegenheit haben.

Der eben beschriebene Versuch befriedigte mich indessen noch lange nicht. Die locale Contraction des Sphincter pupillae war immerhin einigermaassen durch die gleichzeitig angedeutete Dilatation der Pupille verdeckt und musste, wenn irgend möglich, von diesem verhüllenden Beirathe befreit werden. Um dies zu erreichen, habe ich mehreren jungen Katzen das Ganglion supremum des Halssympathicus linkerseits exstirpirt und bin bei bekannter Versuchs-Einrichtung (Curare-Vergiftung — künstliche Respiration) zu folgenden, stets constanten Ergebnissen gelangt.

Versuch II.

Bei der einen, welcher ich das Ganglion sechs Tage zuvor herausgenommen hatte, reagirten beide Pupillen nach der Vergiftung bei vollständiger Lähmung der willkürlichen Muskeln deutlich gegen einfallendes Sonnenlicht; die linke war jedoch erheblich weiter als die rechte. Beide Pupillen verengten sich bei electrischer Reizung der Iris, mochten die

zwei Electroden des Inductions-Apparates einander diametral gegenüber auf den Limbus corneae aufgesetzt sein oder sich dicht neben einander in $1^1/_2$ L. Entfernung auf dem Corneal-Rande befinden. Nach Einbringen vieler Atropin-Krystalle in das linke Auge entwickelte sich daselbst eine weit über das Normale gehende Mydriasis. Nach Ablauf von 15—20 Minuten verursachten die stärksten Inductions-Schläge weder im rechten noch im linken Auge eine Sphincter-Contraction. Die rechte Pupille erweiterte sich bei jeder Reizung, die linke blieb völlig unverändert.

Das Thier wurde durch Sistirung der künstlichen Respiration getödtet, die Pupillenweite links gleich 10 Mm. im h. und v. Durchmesser, rechts gleich 8 Mm. im v. und h. Durchmesser befunden.

Bei einer zweiten Katze war das Ganglion cervicale vor fünf Tagen exstirpirt worden. Der Versuch verlief ganz in gleicher Weise. Bei einer dritten, sieben Tage zuvor operirten, machte sich die Verengerung der Pupillen bei Durchleitung electrischer Ströme ausserordentlich bemerklich, linkerseits indessen in noch höherem Grade als rechterseits. Die linke Pupille war gleich nach der Vergiftung, wie in den früheren Fällen, weiter als die rechte; beide erweiterten sich allmälig mehr und mehr. Nach einer halben Stunde verursachte jede electrische Reizung von hinreichender Intensität eine unzweifelhafte Pupillenverengerung, und zwar gleichviel, ob die Electroden einander diametral gegenüber auf dem Corneal-Rande, oder ebendaselbst dicht neben einander in $1^1/_2$ L. Entfernung applicirt, oder endlich bei derselben Spannweite senkrecht zur Peripherie des Corneal-Randes der Art aufgesetzt worden waren, dass die Verbindungslinie derselben der Radiär-Faserung der Iris parallel verlief. Das rechte Auge wurde sodann durch Einlegen eines kleinen Atropin-Krystalls atropinisirt und nach 10—20 Minuten ein gänzliches Ausbleiben der Sphincter-Contraction beobachtet, an Stelle deren jedesmal eine unverkennbare Dilatation der Pupille eingetreten war. Die linke Pupille verengte sich dagegen bei den erwähnten Applications-Weisen der Electroden immer noch sehr deutlich, war indessen bereits sehr erweitert, und versagte in dieser Reaction erst dann, als Atropin-Krystalle auch in den Conjunctival-Sack des linken Auges eingelegt wurden. Zu keiner Zeit wurde durch electrische Reizung eine Pupillen-Dilatation zu Wege gebracht. Die linke Pupille mass nach dem Tode des Thieres 8,5 Mm. im v. Durchmesser, 8 Mm. im h. Durchmesser, die rechte 7 Mm. im v. und 6 Mm. im h. Durchmesser.

In allen diesen mit Katzen unternommenen Versuchen liess die Contraction des Sphincter augenblicklich bei Wegnahme der Electroden nach, niemals stellte sich eine dauernde Myosis ein. In zwei Fällen hatte sich die starke Atropinisirung des einen Auges wahrscheinlich durch Aufnahme von Atropin in den Blutkreislauf gleichzeitig dem andern mitgetheilt und die Erregbarkeit des Sphincter beiderseits vernichtet. Die in allen Fällen constatirte mächtigere Erweiterung der linken Pupille, wovon man eher das Gegentheil hätte erwarten sollen, lasse ich für jetzt unerörtert, erwähne nur, dass sie vor der Vergiftung stets enger als die rechte war, und, dass Budge*) eine ähnliche, vielleicht hierhergehörige Beobachtung für das Kaninchen-Auge gemacht hat. Im Uebrigen bestätigen diese letzten Versuche die vorhin gemachten Angaben auf das Vollkommenste und machen es zweifellos, dass bei Katzen wenigstens auch der Sphincter pupillae selbst seine Erregbarkeit einbüsst.

Wir haben diesen Befund oben ohne Weiteres auf den Sphincter pupillae des Kaninchens übertragen. Scheint dies erlaubt, so lässt sich die nach Nicotin-Instillation, nach Creosot-Aetzung u. s. w. eintretende Myosis des Kaninchen-Auges nur in der von Rogow wahrscheinlich gemachten Weise deuten. Ist der Sphincter auch hier wirklich als total ausgeschlossen zu betrachten, so kann jene durch die genannten Aetzmittel hervorgerufene hochgradige Pupillen-Enge nur auf eine Elasticitäts-Verminderung des Iris-Gewebes bezogen werden. Man könnte aber einwerfen, dass die an einer Thier-Art gewonnenen Resultate durchaus nicht für eine andere Gültigkeit zu haben brauchen, und dass, wenn auch im Grossen und Ganzen die Wirkungs-Qualität eines und desselben Giftes, hier also des Atropins, sich bei Säugethieren analog verhalten und überall die gleichen Organ-Theile betreffen, nicht hier die Muskeln, dort die Nerven-Enden lähmen wird, doch die Intensität seiner Wirkung, die Wirkungs-Quantität sehr verschieden ausfallen kann. Ebenso wie Curare den Oculomotorius, in sofern er die glatte Iris-Musculatur versorgt, gar nicht oder erst sehr spät ertödtet, bei Katzen dagegen sehr schnell angreift (vgl. die vorhin mitgetheilten Experimente), ebenso wäre es möglich, dass Atropin den Sphincter pupillae der Katzen allerdings total ausser Thätigkeit setzte, den der Kaninchen aber nur unvollständig lähmte. Auch sehen wir ja in der That, dass die

*) Ueber die Beweg. d. Iris. p. 125.

Dauer der Atropin-Mydriasis bei letzteren erheblich geringer ist, als bei ersteren, und ganz besonders, als beim Menschen.

Es findet sich nun aber, dass centrale, electrische Reizung des Trigeminus die mydriatische Kaninchen-Pupille ebenfalls ausserordentlich stark zu verengen vermag. Wollte man auch diese Thatsache auf Rechnung des Sphincter pupillae setzen und annehmen, dass neben dem Oculomotorius auch der Trigeminus diesen Muskel versorgt, so müsste Atropin weder die Muskel-Fasern des Sphincter, noch die ihn innervirenden Trigeminus-Fasern lähmen. Nun sind jedoch, wie wir wissen, die Fibrillen des Oculomotorius unfähig, im atropinisirten Kaninchen-Auge eine Sphincter-Contraction zu veranlassen. Man würde sich folglich dem seltsamen und wohl auch unzulässigen Schlusse nicht entziehen können, dass einem und demselben Muskel zwei Nerven-Arten zukämen, beide lediglich dazu bestimmt, ihn unter Umständen zu activer Contraction zu bringen, und doch so sehr von einander verschieden, dass die einen von einem bestimmten Gifte gelähmt, die andern gar nicht oder nur unmerklich angegriffen würden. Weist man indessen, und wohl mit Recht, diese Zumuthung von der Hand, bürdet man dem Quintus nicht noch die Last besonderer Sphincter-Fasern auf, so bleibt zur Erklärung seiner myotischen Kraft nur der bereits angedeutete Ausweg übrig. Wird aber erst dem Trigeminus die Fähigkeit, die Consistenz des Iris-Gewebes direct beeinflussen zu können, zuerkannt, so fällt jeder Grund, die Myosis nach electrischer, chemischer Reizung des Bulbus, resp. der Iris, in anderer Weise zu deuten, fort. Ist doch die allmälige Entwicklung, die lange Dauer, die Intensität derselben überall die gleiche, und findet sie sich doch nur in grösster Constanz bei jenen Thieren — Kaninchen — ein, in deren Augen dem Trigeminus eine hervorragende Function zuertheilt ist.

Um die Wirkungsweise des Trigeminus im atropinisirten Kaninchen-Auge rein zu beobachten, senkt man zwei feine, englische Nähnadeln, in deren Oehren die Drähte eines Inductions-Apparates befestigt sind, die eine zwischen Occiput und Atlas in den obersten Theil des Rückenmarks, die andere am besten rechts oder links von der Crista occipitalis externa, mit der Spitze schräge nach vorne gerichtet, so tief als möglich ein. Unumgänglich nothwendig ist es, das Thier zuvor mit Curare zu vergiften, sehr zweckmässig, den Sympathicus auf der einen Seite zu durchschneiden. Schickt man nun, nach Einleitung künstlicher Respiration, starke Ströme durch die fest eingestochenen, unbeweglichen Nadeln, so ver-

engt sich constant die Pupille derjenigen Seite, auf welcher man den Sympathicus durchschnitten hat. Die andere erweitert sich dagegen in der Regel sehr erheblich, um sich hiernach ebenfalls nicht unbedeutend zu verengen. Jedoch contrahirt sie sich gewöhnlich bei weitem nicht so stark als die andere Pupille. Die einmal entstandene Myosis geht nur sehr allmälig zurück und kann jedesmal durch erneute Galvanisirung in derselben Intensität hervorgerufen werden. Während der Reizung beobachtet man stets vermehrte Secretion eines zähen Speichels.

Ich füge noch hinzu, dass man bei Katzen nichts der Art beobachtet, wenn man in gleicher Weise den Ursprung des Trigeminus zu reizen versucht, und fasse schliesslich die aus den mitgetheilten Experimenten und Erörterungen folgenden Schlüsse dahin zusammen,

1) dass Atropin die Elemente des Sphincter pupillae selbst lähmt und nicht die Endausbreitung des Oculomotorius, ändere somit die früher von mir aus gewissen, nicht mehr stichhaltigen Gründen vertretene Ansicht;

2) dass sämmtliche Arten der von Rogow und von mir beschriebenen Myosen (mit Ausnahme der Calabar-Myosis), diejenige nicht ausgenommen, welche sich bei electrischer Reizung der Iris im atropinisirten Kaninchen-Auge entwickelt, Folgen einer peripheren, resp. centralen (reflectorischen) Trigeminus-Reizung sind und in einer Elasticitäts-Verminderung des Iris-Stroma's ihre beste Erklärung finden.

München

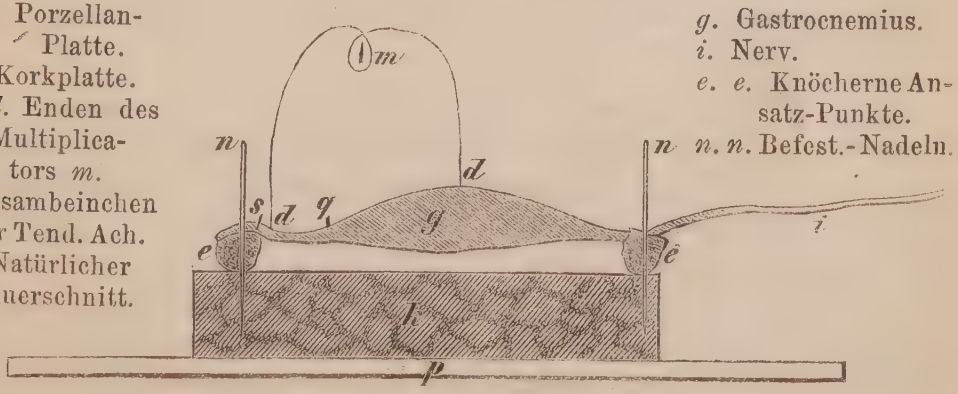
Notiz über das Verhalten der negativen Stromesschwankung zur sogenannten parelectronomischen Schichte des natürlichen Muskelquerschnitts.

Von

Dr. **A. Gruenhagen** in Koenigsberg i/Pr.

Wenn man einen Frosch-Gastrocnemius mit seinem Nerven der Art auspräparirt, dass die knöchernen Ansatz-Punkte des ersteren erhalten bleiben, ihn nun auf einer mit Colophonium und Wachs gleichmässig überzogenen, einer festliegenden Porzellan-Platte aufgekitteten Kork-Platte ausspannt, schliesslich die knöchernen Enden mit starken, englischen Nähnadeln auf der Unterlage feststeckt, so kann man mit grosser Bequemlichkeit an dem fast ganz unbeweglich gemachten Muskel gewisse, weniger völlig ungekannte als vielmehr unbeachtet gelassene Erscheinungen der negativen Stromschwankung beobachten.

p. Porzellan-Platte.
k. Korkplatte.
d. *d*. Enden des Multiplicators *m*.
s. Sesambeinchen der Tend. Ach.
q. Natürlicher Querschnitt.



g. Gastrocnemius.
i. Nerv.
e. *e*. Knöcherne Ansatz-Punkte.
n. *n*. Befest.-Nadeln.

Zu ableitenden, unpolarisirbaren Electroden wählt man am besten die von du Bois-Reymond angegebene Modification — die durch Thon-Pfröpfe verschlossenen Glasröhren, in welche nach ihrer Füllung mit concentrirter Lösung von schwefelsaurem Zinkoxyd die amalgamirten Zinkenden des Multiplicators getaucht werden. Sie liegen dem Muskel (s. d. Abbild.) in starker Anordnung auf.

Tetanisirt man nun den Nerven *i.* mit hinreichend starken Strömen, so schwingt die Nadel des Galvanometers augenblicklich zurück und bleibt in den meisten Fällen (Frühlingsfrösche) in der Nähe des Nullpunktes, ja oft im Nullpunkte selbst, stehen. Diese andauernde Schwächung des Muskelstromes erscheint, sollte sie nicht gleich nach der ersten Reizung bemerkbar werden, jedenfalls unverkennbar nach zwei- bis dreimaliger Wiederholung des Versuchs. Noch deutlicher springt sie in die Augen, wenn man die durch den normalen Muskelstrom bedingte Ablenkung des Galvanometers durch einen entgegengesetzt gerichteten constanten Strom in bekannter Weise compensirt. Die zu Anfang des Versuchs in der Nullstellung ruhende Nadel geht dann im Verlaufe desselben in den entgegengesetzten Quadranten über, dem Uebergewichte des compensirenden Stroms Folge leistend.

Benetzt man alsdann den natürlichen Querschnitt *q.* des auf diese Weise ganz oder fast ganz stromlos gewordenen Muskels mit Creosot, so tritt auf der Stelle die frühere Ablenkung, gewöhnlich in nach verstärktem Grade, ein; Tetanisiren des Nerven ruft aber fortan nur eine verhältnissmässig unbedeutende negative Schwankung des Muskelstromes, niemals aber mehr eine bleibende Schwächung desselben hervor. Beiläufig bemerkt, verhalten sich Gastrocnemien, denen man einen künstlichen Querschnitt angelegt hat, oder solche, die schon in sonst normalem Zustande einen sehr stark ausgebildeten Muskelstrom besitzen, genau so, wie mit Creosot behandelte Muskeln.

Ich schliesse hieraus, dass sich bei der tetanischen Contraction eines frischen Muskels die sogenannte parelectronomische Schichte du Bois-Reymond's in vollendetster Weise entwickelt, und dass die starke negative Stromesschwankung eines solchen Muskels hauptsächlich hierin ihre Erklärung findet. Dem entsprechend gelang es mir auch nicht, an einem völlig, durch spontane Entwicklung der parelectronomischen Schicht, stromlos gewordenen Gastro-

cnemius einen Ausschlag der Galvanometer-Nadel in den entgegengesetzten Quadranten durch Tetanisirung des Nerven zu erzielen.

Was die Deutung der parelectronomischen Schicht selbst anlangt, so bemerke ich, dass nach übrigens noch nicht völlig abgeschlossenen Untersuchungen von mir die Annahme einer Drehung etwa vorhandener electrischer Moleküle zu ihrem Verständnisse nicht erforderlich sein dürfte.

Ueber die Flimmerbewegung.

Von

Alexander Stuart aus Petersburg.

(Hierzu Tafel VIII.)

In der neuesten Zeit sind von mehreren Seiten Untersuchungen publicirt worden, welche mehr oder weniger den Zweck verfolgen, die Analogien anatomischer und physiologischer Art festzustellen, die zwischen den Organen der Flimmerbewegung den Flimmerzellen einerseits und den Muskeln und der contractilen andererseits bestehen. Bereits früher[1]) hatte ich mich, auf Beobachtungen an Molluskenlarven gestützt, für die Muskelnatur jener Flimmerhaare ausgesprochen.

Aber die Zellen der von mir damals untersuchten Larven von Aplysia und Actaeon boten, durch die starke Lichtbrechung und Pigmentirung des Inhalts, keine günstigen Objecte dar, um die wichtige Frage entscheiden zu können, in welchem Verhältnisse zu dem Inhalte der Zelle die Fibrillen des Flimmerhaares stehen.

Während eines Aufenthaltes in Neapel im September 1865 untersuchte ich darauf vorzugsweise die Larven einiger kleinen Eolidinen, wie Flabellina, Montagua, Eolis u. a., welche, wegen ihrer Kleinheit, in leichter Weise längere Zeit in Gläsern aufbewahrt werden können, in welchen sie dann in reichlicher Menge Eierhäufchen ablegen. Dadurch wird natürlich die Möglichkeit gegeben, Larven in den verschiedensten Stadien der Ausbildung jederzeit untersuchen zu können.

Letzterer Umstand erweist sich in der Beziehung günstig, als nur sehr junge Larven sich am besten zur Untersuchung

---

[1]) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XV. Bd., S. 100.

des Inhalts der Flimmerzellen eignen; in ihrer weiteren Ausbildung verdunkeln sich die Zellen sehr durch eingelagerte Pigment- und Fettkörner. Da andererseits, bei der Locomotion der Larve, den Flimmerhaaren ein grosser Antheil zukommt, so stimmt auch der Höhepunkt ihrer Entwickelung mit der Zeit, wo nach dem Ausschlüpfen aus dem Eie die Larve zu der Ausübung freier Schwimmbewegungen im Wasser stärkerer Locomotionsorgane bedarf, als es der Fall war während des Eilebens, wo dieselbe nur schwache Rotationsbewegungen ausführte. In Folge dessen kann die von mir angegebene Fibrillenstructur der Flimmerhaare mit hinreichender Bestimmtheit in der Regel nur bei den Larven, welche das Ei bereits verlassen haben, wahrgenommen werden.

Die Flimmerzellen des Velum dieser Eolidinen bilden einen einschichtigen Saum grosser, cylindrischer Epithelzellen, deren Länge im Mittel 0,005 Mm. beträgt und deren Breitendurchmesser zwischen 0,003 und 0,0045 Mm. schwankt. Die an der Basis des Velum gelegenen Zellen sind gewöhnlich kleiner als die den freien Rand desselben auskleidenden. Der stark lichtbrechende Kern liegt im untersten Dritttheile der Zelle und nimmt den grössten Theil des bei der gleichmässigen Verdünnung der Zelle hier schon bedeutend verminderten Innenraums derselben ein. In manchen Zellen ist die Zahl der Kerne grösser, ich fand deren bis drei, welche dann kleiner als die der einkernigen waren, und, in gleichen Zwischenräumen übereinander gelagert, in der Längsaxe der Zelle sich befanden.

Die Flimmerhaare bilden 0,014 Mm. lange, abgeplattete Haare, welche in den ausgebildeten Larven die früher beschriebene Querstreifung darbieten. Es sitzen deren gewöhnlich auf jeder Zelle 6—8.

Der Inhalt der Zellen ist blasskörnig, und obgleich später sich verdunkelnd, so bleibt er bis zur Ausschlüpfung der Larve aus dem Eie in einem für die Untersuchung viel günstigeren Zustande, als es z. B. bei Aplysia der Fall ist.

Beim aufmerksamen Beobachten der grösseren, peripherischen Zellen bemerkt man, dass der Zellinhalt nicht gleichmässig beschaffen ist; vielmehr, besonders in gedämpftem Lichte und bei schwach schiefer Beleuchtung, überzeugt man sich bald, dass derselbe in eine Anzahl der Längsaxe der Zelle paralleler Streifen differenzirt ist.

Die verhältnissmässig nicht geringe Grösse der Zelle erleichtert den Nachweis dieser Streifen als selbständiger

Stränge und nicht als Falten der Zellmembran, deren äussere Seite immer eine glatte Oberfläche darbietet.

Diese Stränge nehmen den grössten Theil des Raumumfanges der Zelle ein; sie liegen dicht beisammen, durch zwar sehr geringe, aber deutlich zu unterscheidende Zwischenräume von einander getrennt, welche wahrscheinlich durch eine dünne Flüssigkeit eingenommen werden. Je nach der Grösse der Zellen verschieden, erreicht die Zahl der in einer horizontalen Fläche neben einander liegenden Stränge 10—12; solcher horizontaler Schichten hat jede Zelle 4—5, so dass die Gesammtzahl der Stränge einer Zelle 40—60 beträgt.

Parallel mit einander verlaufend, gehen diese Stränge von der die Zelle zuschliessenden Kappe zu dem Kerne, da angelangt, gehen die peripherisch gelegenen zwischen dem Kerne und der Wand der Zelle durch bis zum Boden derselben, wobei die den centralen näher stehenden Stränge eine divergirende Stellung einnehmen; die ganz centralen endlich verlaufen ganz gerade bis zu der oberen Oberfläche des Kernes, auf welcher dieselben sich zu inseriren scheinen; ein Theil der hinter den Kern vorgedrungenen Stränge endigen schlingenförmig hinter demselben.

Ihrer Beschaffenheit nach bilden diese Stränge blasse, rundliche Fasern mit einer unregelmässigen Oberfläche und gleichen sehr den Muskelfasern einiger zartgebauten wirbellosen Seethiere, wie z. B. der Ctenophoren, Pteropoden, Siphonophoren u. s. w.

Dass wir es hier mit wirklichen contractilen Elementen zu thun haben, ist aus folgenden Beobachtungen anzunehmen.

Wenn man bei abgenommener Thätigkeit die einzelnen Zellen, und namentlich die Kerne, aufmerksam betrachtet, so wird man bald gewahr, dass in den meisten der in Thätigkeit begriffenen Zellen die Kerne in unregelmässiger Weise in der Zelle hin- und hergeschoben werden, wobei sie nur kleine, das Viertel des Längsdiameters der Zelle nicht übersteigende Strecken durchlaufen. Diese Bewegungen sind nicht gleichmässig, vielmehr werden die Kerne wie auf elastischen Bändern nach oben gezogen, um, wenn der Zug nachlässt, ihren alten Platz wieder einzunehmen. Bei der angeführten Vertheilungsweise der contractilen Fasern ist eine solche Ungleichmässigkeit der Bewegung ganz natürlich.

Die Bewegungen der Kerne stehen in enger Beziehung zu den Bewegungen der Flimmerhaare. Bei absoluter Ruhe dieser letzteren werden gewöhnlich auch keine Bewegungen der Kerne wahrgenommen; beim Eintritte der Flimmerhaare in

den Zustand der Thätigkeit, treten in der Regel auch die Bewegungen der Kerne ein. Diese gegenseitige Abhängigkeit derselben tritt am klarsten hervor, wenn man Zellen beobachtet, welche aus dem Zustande der Ruhe eben in Thätigkeit übergingen. Dieser Uebergang ist niemals ein gleichzeitiger für sämmtliche Zellen, daher sieht man auch die Bewegungen der Kerne in einer oder wenigen Zellen, während zur selben Zeit die Nachbarzellen noch in Ruhe verharren. In dieser Weise ist die merkwürdige Erscheinung viel leichter zu controliren.

Dass diese Bewegungen nicht auf Verschiebungen der Zellen selbst, verursacht durch den Zug der schwingenden Flimmerhaare, zurückzuführen seien, ist schon daraus ersichtlich, dass die Zellen fest zusammengekittet sind; daher können solche Schwingungen nur bei der Loslösung der Zellen von ihrer Unterlage als bedingende Ursache auftreten. Da Veränderungen der äusseren Begrenzungslinie nicht sichtbar werden und die ausgeführten Bewegungen in der Abänderung der relativen Stellung des Kernes in der Zelle ihren Ausdruck finden, so können dieselben natürlich nur auf Contractionen der Zellstränge, auf welchen der Kern theilweise wie auf einem Polster ruht, bezogen werden.

Da, wie ich früher zeigte, die Flimmerhaare dieser Larven breit abgeplattete Bänder darstellen, welche aus der Verschmelzung mehrerer Fibrillen entstanden sind, so erscheint es mehr als wahrscheinlich, dass dieselben in unmittelbarer Beziehung zu den contractilen Strängen der Zelle stehen. Ein directer Beweis lässt sich aber nicht vorführen, denn wenngleich die Verschlusskappe der Zelle, welche den Zellinhalt von den Flimmerhaaren trennt, auch streifig erscheint, so lässt sich bei der sehr starken Lichtbrechung der Verschlussmasse nicht entscheiden, ob die Streifen der optische Ausdruck von Poren oder von Fasern seien, und ob sie als unmittelbare Fortsetzungen der Zellstränge erscheinen.

Obgleich die Zellstränge durch die Einwirkung einer 1% Auflösung von Chromsäure, besonders aber von chromsaurem Kali, sehr an Bestimmtheit der Contourirung gewannen (eine allen Muskelgeweben zukommende Eigenschaft), dabei aber natürlich auch an Consistenz, so führten Isolationsversuche dennoch zu keinen Resultaten. Gehörten diese Stränge zu den höheren Klassen der contractilen Elemente, so wäre ein solcher Continuitätsbeweis vielleicht noch auf dem Wege der Polarisationserscheinungen zu liefern; da aber, wie bekannt, die am höchsten ausgebildeten muskulösen Elemente

der Gasteropoden auch im ausgebildeten Thiere nur spärliche Spuren von doppeltbrechenden Disdiaklasten zeigen, so wäre natürlich von vornherein gar nicht zu erwarten, dass ein solches Verhalten in noch viel niedriger stehenden contractilen Elementen der Larve sich vorfände, was auch nicht der Fall ist.

Ob einige dieser contractilen Zellstränge in die unmittelbar unter dem Epithelium liegende Muskelschicht übergehen, liess sich nicht entscheiden.

Bei den Ctenophoren entsendet der Muskelschlauch starke Züge von Muskelbündeln direct zu den Epithelien der Wassergefässe, dem Augenscheine nach in dieselben eintretend; bei der ungemeinen Zartheit dieser Thiere aber liess sich die Frage nicht sicher genug entscheiden und bleibt daher der Uebergang von Muskelfasern in Flimmerzellen, bis etwa ein directer Beweis dafür geliefert wäre, nur eine Vermuthung, welche allerdings Vieles für sich hat.

Ueber das Vorhandensein von Streifen im Innern der Flimmerzellen wurden in neuester Zeit zu den älteren von Valentin, Buhlmann und Friedreich noch Beispiele von Eberth (Darmkanal der Flussmuschel) und P. Marchi (Darmkanal von Anodonta, Mantelzellen der Gasteropoden) hinzugefügt.

Ueber die Physiologie der Flimmerbewegung wurden von mir in den Jahren 1865—67 verschiedene Versuchsreihen ausgeführt, welche auch jetzt fortgesetzt, noch nicht aber in ihrem ganzen Umfange geschlossen sind. Ich will hier einiger Verhältnisse gedenken, welche in den inzwischen publicirten Arbeiten Kühne's und Roth's nicht berührt wurden.

Es ist einleuchtend, dass, um die physiologischen Leistungen eines Gewebes mit Hülfe des Mikroscopes studiren zu können, man zu den Präparaten eine Zusatzflüssigkeit wählen muss, welche in ihrer Zusammensetzung der Flüssigkeit, welche das Gewebe im normalen Zustande umspült, so nahe als möglich steht. In dieser Hinsicht muss bei Untersuchung der Flimmerbewegung vor allen anderen indifferenten Flüssigkeiten, welche in grösseren Mengen zu beschaffen sind, dem Jodserum der Vorzug gegeben werden. Die sonst noch gebräuchlichen schwachen Salz-, besser noch Zuckerlösungen, bei aller ihrer chemischen Indifferentheit, besitzen eine weit grössere Verdünnung als der flüssige Inhalt der Flimmerzellen, und bei der Grösse des Diffusionsäquivalentes des Salzes werden die Zellen in bedeutendem Maasse durch die Salzlösungen imbibirt, was bei Versuchsreihen, welche gerade in

der Sphäre der Imbibitionserscheinungen und der mit denselben eng verknüpften chemischen Wirkungen sich bewegen, keineswegs als ein normaler Zustand zu betrachten ist. Die Dichtigkeit des Jodserum aber scheint mit der des Zellenplasma's im Diffusionsgleichgewichte zu stehen, wenigstens sieht man nach stundenlanger Einwirkung des Jodserum auf eine Flimmermembran nicht nur die Flimmerung fortbestehen, sondern bemerkt man auch keine der Quellungserscheinungen, welche an solchen Membranen schon nach kurzer Einwirkung von Wasser mit Klarheit hervortreten.

Zu meinen Versuchen habe ich die Rachenschleimhaut des Frosches und die Zellen aus den Kiemen der Teichmuschel gebraucht.

Am Anfange meiner Versuche über die Einwirkung der Electricität auf die Flimmerbewegung erhielt ich die sehr elegante Arbeit des Herrn Dr. Kistiakowsky[1]) über denselben Gegenstand. Ich kann das Resultat derselben, darin bestehend, dass constante Ströme sowie Inductionsschläge erregend auf die Flimmerbewegung wirken, und dass die früher bemerkte Sistirung der Bewegung beim Nichtgebrauche unpolarisirbarer Electroden auf einer einfachen Zerstörung der Zellen auf electrolytischem Wege beruht, in vollkommenem Maasse bestätigen. Ich will nur bemerken, dass man dieselben Wirkungen mit weit schwächeren Strömen, als die von Kistiakowsky gebrauchten, dadurch erzielen kann, dass man den capillaren Raum, welcher durch die zwischen dem Deckgläschen und dem Objectträger liegende Wasserfläche dargestellt wird, auf das nothwendige Minimum reducirt, und dadurch den von demselben der Bewegung des Stromes geleisteten Widerstand abschwächt. In dieser Weise kann man mit einem schwachen Daniell schon überaus deutliche Beschleunigungen erwirken.

Eine vereinfachte Form der von Kistiakowsky gebrauchten unpolarisirbaren Electroden, welche auch für sonstige electrische Reizversuche mit Vortheil gebraucht werden können, findet sich auf der Tafel abgebildet.

Wenn wir hier die Frage über den Weg, auf welchem die Flimmerhaare zu ihren Bewegungen gereizt werden, auch übergehen wollen, so ist es klar, dass die unmittelbare Möglichkeit der Entstehung dieser Bewegungen durch die chemische Constitution des Zellinhaltes bedingt sei. — Die unmittelbare

---

[1]) Ueber die Wirkung des constanten und Inductionstromes auf die Flimmerbewegung. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie. Bd. 51. 1865. p. 263.

Zusammensetzung der Flimmerzellen ist uns unbekannt, um aber die Wirkung chemischer Mittel auf dieselben uns zu versinnlichen, können wir uns einer mehr oder minder plausibeln Annahme bedienen. In dieser Hinsicht glaube ich, dass das Natronalbuminat wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit als Hauptbestandtheil, wenigstens flüssiger, der Flimmerzelle angenommen werden kann.

Und wirklich, wenn wir die bekannten Wirkungen der Säuren und Alkalien auf das Natronalbuminat mit denen, welche durch diese Körper auf die Flimmerzellen ausgeübt werden, vergleichen, so sehen wir, dass sie in beiden Fällen wesentlich dieselben sind.

Durch Säuren, wie es seit den Untersuchungen Purkynë's und Valentin's bekannt ist, wird die Flimmerbewegung sistirt. Es ist auch gar nicht zu verwundern, denn das Albuminat erfährt durch ihre Einwirkung eine tiefgreifende Umgestaltung. Das Albuminat wird nämlich durch Säuren einfach gespalten in Albumin und ein x—saures Natron. Wenn diese Spaltung im grössten Theile der Flimmerzelle vor sich gegangen ist, so wird dadurch auch die Bewegung der Haare derselben sistirt; die Einwirkung der Säuren ist also in allen Fällen eine vernichtende.

Der Concentrationsgrad der überhaupt wirksamen Lösungen ist für sämmtliche Säuren in der Regel ein sehr niedriger. Der zeitliche Verlauf der Einwirkung ist für die verschiedenen Säuren ein sehr mannichfaltiger.

Die Wirkung der Essigsäure ist eine ziemlich intensive: durch 1% Acid. acet. glaciale wird die Flimmerbewegung schon in 1—2 Minuten vollständig sistirt; durch 1% Salpetersäure in 2—3 Minuten; durch 1% Phosphorsäure in 3—4 Min.; durch 0,5—1% Oxalsäure in 3—5 Minuten und derartig auch durch andere Säuren.

Wenn die Membran noch länger der Einwirkung dieser Säuren ausgesetzt bleibt, so wird sie natürlicherweise durch dieselben aufgelöst; wenn aber beim Gebrauche von Flüssigkeiten aus den niedrigeren Stufen der wirksamen Concentrationsgrade deren Einwirkung nur bis zum Eintritte einer vollständigen Sistirung der Flimmerbewegung fortgesetzt wird, kann die Lebensenergie der Zellen noch wiederhervorgerufen werden, wenn durch geeignete Mittel die Spaltungsproducte des Albuminats, das Albumin und das x—saure Natron, sich wieder vereinigend, das ursprüngliche Albuminat in seiner Integrität wieder herstellen. Eine solche Eigenschaft besitzen die Alkalien.

Bekanntlich war es Virchow, der auf die wiederbelebende Wirkung der Alkalilösungen auf die Flimmerbewegung aufmerksam machte. Die Erscheinung ist in der deutlichsten Weise wahrzunehmen und fand daher vielfache Bestätigung.

Eine directe Erklärung dieser Thatsache ist kaum zu geben, sie ist aber wohl auf der Ueberführung in das ursprüngliche Albuminat der in der Zelle accumulirten, durch die Thätigkeit der Zelle entstandenen Zersetzungsproducte des flüssigen Albuminats basirt; andrerseits aber kann die durch das Alkali bedingte Auflösung der festen Albuminate der Zelle wohl eine momentane Vergrösserung der Zellthätigkeit nach sich ziehen, aber nur eine momentane, denn natürlich, wir mögen zu den Versuchen so schwach wirkende Flüssigkeiten auswählen, als wir wollen, die dadurch ausgeübten Wirkungen, um von uns wahrgenommen werden zu können, werden immer noch eine unendlich stärkere Wirkung auf die Oekonomie der Zelle ausüben, als es bei einem Reizmittel der Fall wäre, welches nur eine erhöhende Wirkung auf die Thätigkeit der Zelle besässe, ohne auf deren Zusammensetzung vernichtend einzuwirken, wie es sonst beim electrischen Strome der Fall ist.

Um deutliche Beschleunigungen der Flimmerung durch Alkalien bei möglicher Schonung der Integrität der Membranen zu erwirken, braucht man sich Lösungen von nur geringem Concentrationsgrade zu bedienen. Kalilösungen von 1%, auch bis 0,5%, Natronlösungen von 0,5% Zusammensetzung geben schon überaus deutliche Resultate; die letzten üben sowohl auf die Flimmerbewegung als auf die Membranen selbst einen viel intensiveren Einfluss als die Kalilösungen.

Die Einwirkung der Alkalien ist auch eine sehr rasche; ausser dem rein chemischen Grunde hat diese Erscheinung auch einen rein physikalischen. Bekanntlich besitzen die Alkalien ein sehr hohes endosmotisches Aequivalent, was zur natürlichen Folge hat, dass dieselben viel schneller in die Flimmerzelle hinein diffundiren und dadurch auch rascher mit den Atomcomplexen des Inhalts derselben in unmittelbare Beziehung treten können. Der zeitliche Verlauf der Alkalieinwirkung beträgt daher für die angegebenen Concentrationsgrade einen Zeitraum von $^1/_2$—1 Minute. Die Einwirkung auf freischwimmende oder zusammenhängende, von der Unterlage aber losgelöste Zellen ist eine viel heftigere, was seinen Grund darin hat, dass die der Diffusion ausgesetzte Oberfläche der Zelle viel bedeutender erscheint, als es in den normalen

Zellen der Fall ist; ausserdem gestattet die dicke, sehr wenig poröse flimmertragende Kappe, welche die freiliegende Seite der Zelle verschliesst, dem endosmotischen Strome einen nur allmäligen, langsamen Durchgang, während die übrigen Theile der Zelloberfläche, welche, im normalen Zustande an andere Zellen anstossend, nicht freiliegen und eine ungemein zarte Membran besitzen, dem Diffusionsstrome keinen Widerstand leisten können und selbst sehr bald durch das Alkali gelöst werden.

Ich will beiläufig noch bemerken, dass die von mir gebrauchten Lösungen, sowohl von Alkalien als von Säuren, durch Titriren aus und durch normale Säuren in ihrer Concentration bestimmt wurden. Was das Präparat selbst anbetrifft, so muss man sich einer Schleimhautfalte bedienen, deren Fläche gegen den Strom der zufliessenden Zusatzflüssigkeit gerichtet werden soll; dabei muss man dafür sorgen, dass die Oberfläche der Schleimhaut von dem von derselben secernirten Schleime befreit werde; denn er bildet sehr oft, besonders nach Einwirkung der Säuren, eine für die Zusatzflüssigkeiten undurchdringliche Membran, welche in dieser Weise deren Wirkung auf die Zellen entweder gänzlich aufhebt oder jedenfalls bedeutend abschwächt.

Wenn wir eine normale Schleimhaut der Wirkung einer der oben bezeichneten Säuren aussetzen, so lange als es gerade nöthig ist, um die Bewegung der Flimmerhaare vollständig zu sistiren, dann die Membran durch reichlich zugesetzte Mengen von Wasser oder einer indifferenten Flüssigkeit, z. B. Jodserum, auswaschen und dann 0,5—1% Alkali zusetzen, so tritt nach 1—2 Minuten die erloschene Thätigkeit der Flimmerhaare wieder ein; wenn wir die wieder thätig gewordene Membran in Alkali liegen lassen, so löst sie sich natürlich in demselben auf; wenn aber, als eben die Thätigkeit der Zelle durch das Alkali wieder hergestellt wurde, die Membran durch eine indifferente Flüssigkeit ausgewaschen und darin liegen gelassen wurde, so persistirt die einmal wiedergewonnene Bewegung und die Zelle erhält sich lebendig eben so lange, als es in derselben Zusatzflüssigkeit auch andere Flimmerzellen thun, welche diesen Manipulationen nicht ausgesetzt waren.

Als Beispiele mögen folgende Versuche dienen, welche aus einer grösseren Anzahl von gleichartigen als Norm herausgewählt wurden. Sie beziehen sich alle auf zwei Versuchsreihen, welche im Winter und Frühjahr 1865/66 und im Winter 1866/67 an Rachenschleimhäuten des Frosches ausgeführt wurden.

Ich konnte dabei keine Verschiedenheiten für die Winter- und Frühlingszeit zur Wahrnehmung bringen.

I. Essigsäure (Acid. acet. glaciale) 5 p. M.; frisches Präparat, in 2—3 Minuten die Bewegung sistirt; Auswaschung mit Wasser $^1/_2$ — 1 Minute dauernd; durch 1% Kali in 1—2 Min. die Bewegung wiederbelebt. Auswaschung mit Wasser; Zusatz von Jodserum. Die Bewegung persistirt.

Durch 1% Säure die Bewegung in 1—2 Min. sistirt; tüchtig ausgewaschen, nach 4—5 Min. Kalieinwirkung Wiederbelebung; nochmalige Auswaschung, Zusatz von Jodserum. Bewegung stundenlang persistirend.

II. Phosphorsäure (fünf-basische) 1% — in 4 Min. wird der Zellinhalt stark corrodirt; durch Behandlung mit Kali, nach der Auswaschung und Zusatz von Jodserum persistirend.

III. Salzsäure. 5 p. M.— in 1—2 Min. Sistirung der Bewegung; 1 Min. ausgewaschen; nach 1 Min. Wirkung der 1% Kalilösung Wiederkehr und Persistirung der Bewegung in Jodserum.

IV. Oxalsäure. — 0,5%. Sistirung in 2—3 Minuten. Wiederkehr nach 1 Min. Wirkung des 1% Kali. Persistirung in Jodserum. Aehnlich verhält sich die Chromsäure.

V. Die Salpetersäure bietet in ihren Wirkungen sehr eigenthümliche Verhältnisse dar.

Eine sehr verdünnte Salpetersäure, 0,5—1 p. M. betragend, geht bekanntlich mit Albumin direct, ohne Ausbildung der Xanthoproteïnsäure, in eine unlösliche Verbindung ein. Dieselbe kann durch die Einwirkung von Alkalien wieder aufgehoben werden und sehen wir daher, dass bei Flimmerzellen, deren Bewegungen durch die Einwirkung derartiger Lösungen aufgehoben wurden, dieselben durch Alkalien wieder hergestellt werden können.

Dagegen bei Anwendung etwas stärkerer Lösungen, durch welche die bekannte gelbe Xanthoproteïnsäurereaction, bei welcher ein Wasserstoff des Albumins durch ein Atom Untersalpetersäure vertreten wird, hervorgerufen wird, bleibt die Sistirung permanent und kann durch keine Mittel aufgehoben werden. So z. B.:

Mit 1 p. M. in 2—4 Min. in der Regel Sistirung, in einigen Fällen aber kann die Bewegung auch mit blosser Auswaschung und Zusatz von 1% Kali während 1—2 Minuten wieder hergestellt werden. Mit 0,5 p. M. ist es immer der Fall. Lösungen von 2 p. M. und darüber erzeugen

immer eine lebhafte Xanthoproteïnsäurereaction und die Bewegung kann dann nicht mehr wiederbelebt werden.

Natürlich als erstes Erforderniss zum Gelingen dieser lehrreichen Experimente muss die Behendigkeit der Ausführung derselben bezeichnet werden.

Beim Gebrauche grösserer Glasplatten als Objectträger und kleiner Mundpipetten und Fliesspapier zum Abheben der verschiedenen Flüssigkeiten kann bei einiger Uebung jede der Zusatzflüssigkeiten in einer halben Minute bequem gewechselt werden, und da bei den von mir gebrauchten schwachen Lösungen, sowohl bei Säuren als Alkalien, die Einwirkungszeit immerhin 2—4 Minuten betrug, so können diese nicht zu umgehenden Intermezzi von einer halben Minute jedesmal keineswegs als lange oder in einem oder dem anderen Sinne maassgebend bezeichnet werden.

Wenn auch einige theils unwahrnehmbare, theils wahrnehmbare Nebenumstände, wie z. B. die grössere und kleinere Reizbarkeit der Schleimhaut, das Befreitsein der Oberfläche derselben von Schleim, die Richtung des Flüssigkeitsstromes beim Umwechseln der Zusatzflüssigkeiten und manche andere, wohl einen merkbaren Einfluss auf die Zeitfolge der Einwirkungen ausüben, so sind doch die in einander folgenden Versuchsreihen erzielten Resultate, bei einiger Geschicklichkeit in der Handhabung des Versuches, in erfreulicher Weise übereinstimmend.

Es könnte die Meinung ausgesprochen werden, ob bei dem raschen Wechseln der Zusatzflüssigkeiten und bei der geringen Zeit, welche der Beobachtung übrig gelassen wurde, die wahrgenommenen Sistirungen und Belebungen der Flimmerhaare nicht von rein äusserlichen Ursachen, z. B. von den durch das Wechseln der Zusatzflüssigkeiten verursachten Strömungen u. a. m., abhingen und somit die oben ausgesprochene Ansicht, wonach diese Sistirungen und Wiederbelebungen von bestimmten tiefgreifenden Umgestaltungen des Zellinhaltes, Spaltungen und Wiederherstellungen des Albuminats desselben abhingen, jeder thatsächlichen Begründung entbehrte. Dem ist aber nicht so.

Die Wirkung der Säuren ist sehr leicht wahrzunehmen und jedem Histiologen in ihrer äusseren Erscheinung wohl bekannt.

Ein Theil des Zellinhalts ist leicht löslich, so die dünnflockigen Niederschläge, welche im flüssigen Zellinhalte schwimmen; durch deren frühzeitige Auflösung klärt sich die Grundsubstanz der Zelle auf; die grösseren Atomencomplexe,

durch deren Vereinigung die festeren Bestandtheile des Zellinhaltes, Körnchen und Körperchen, Kerne und Kernkörperchen, gebildet werden, widerstehen nicht nur längere Zeit der Auflösung, sondern erleiden zuerst eine Veränderung im entgegengesetzten Sinne, welche üblicherweise als Gerinnung bezeichnet wird. Durch die Gerinnung gewinnen alle diese festen Bestandtheile eine viel bestimmtere Contourirung und deren Brechungscoëfficient an Höhe.

Durch diese einfachen Merkmale, welche von einem einigermaassen geübten Auge sofort entdeckt werden, kann das Eintreten und der Umfang der Säureeinwirkung sogleich wahrgenommen werden.

Die äussere Erscheinung der Alkalieinwirkung ist in einiger Beziehung eine entgegengesetzte. Die sofortige Auflösung eines Theiles des Inhaltes geschieht übrigens ebenso, wie bei den Säuren, der Inhalt wird aber nicht so aufgeklärt, wie es bei letzteren der Fall ist; der Grund davon ist darin zu suchen, dass gleichzeitig mit dem Auflösen einiger Theile des Zellalbuminats die übriggebliebenen gewaltig aufquellen.

Die Quellung beruht bekanntlich auf dem Eindringen von Wassertheilchen in feste Körper, zwischen deren Atome sich lagernd sie mit denselben in ein dauerndes Verhältniss treten und gleichsam ein neues Molecularaggregat bilden. Als unmittelbare Folge der Quellung des Zellinhaltes erscheint eine Volumzunahme der Zelle, und obgleich mit der Quellung eines Theiles des Zellinhaltes die Auflösung eines anderen Theiles desselben parallel geht und der Abfluss der neugebildeten flüssigen Bestandtheile in leichter Weise durch die Poren der Verschlusskappe geschehen kann, so tritt dennoch ein Moment ein, wo die Wandungen der Zelle dem Drucke ihres mehr und mehr aufquellenden Inhaltes nicht mehr zu widerstehen vermögen und platzen.

Die Dicke und Festigkeit der Zellwandungen auf den verschiedenen Punkten des Umfanges der Zelle ist eine nichts weniger als gleichmässige, daher platzen die Zellen gewöhnlich nur auf einer einzelnen, wenig umfangreichen Stelle und aus dem entstandenen Risse quillt dann der Zellinhalt in grösseren, zusammenhängenden Massen heraus.

Da der ganze Quellungsprocess nicht auf einer capillaren Attraction der Wassertheilchen, sondern auf der moleculären Einlagerung derselben zwischen den Atomgruppen des Albuminats beruht, so wird die Masse des Zellinhalts ganz gleichmässig durch Wasser imbibirt, dadurch werden die besonderen

Affinitäten, welche zwischen verschiedenen Atomcomplexen bis dahin bestanden, zerstört; der Zusammenhang sämmtlicher Theilchen wird gleichmässiger; wenn auch viele Centra verschwinden, in welchen die Zusammengehörigkeit der Atomgruppen im früheren Zellinhalte eine engere war (Körnchen, Kerne und andere feste Theilchen) und das Gefüge der Gesammtmasse sich dem flüssigen Zustande mehr nähert, so ist das Molecularaggregat im Ganzen genommen gleichartiger geworden. Die beiden letzteren Eigenschaften bilden die Ursache davon, dass bei fortgesetzter Imbibition der Inhalt der Zelle in klaren, gleichförmigen Ballen heraustritt, den als Absterbungsproduct von Zellen wohlbekannten „Eiweisstropfen". Bei Imbibition mit Wasser ist dasselbe zu beobachten; bei Alkalien treten diese Erscheinungen, augenscheinlich wegen des hohen Diffusionsäquivalentes, noch deutlicher hervor, aber im Grunde genommen fällt die Hauptwirkung auch hier dem Wasser zu, denn nach den gemachten Erfahrungen (Ludwig und Cloëtta) wird von quellenden Membranen mehr Wasser als Salz aufgenommen, ausserdem ist die Quellung um so bedeutender, je verdünnter die Lösung ist.

Es ist kein Grund dagegen vorhanden, um diese Sätze auf die Alkalilösungen auszudehnen, um so mehr, als die Erfahrungen mit den Flimmerzellen einer solchen Annahme entsprechen.

Die Lösung des Albuminats im Alkali schreitet ziemlich schnell, jedenfalls viel rascher als in den Säuren, fort, nichtsdestoweniger quillt der zurückbleibende, jedenfalls sehr decimirte Inhalt sehr bald so stark auf, dass der ihm durch die Zellwände vorgeschriebene Raum zu eng wird und dieselben durch den Innendruck mit grosser Kraftentwickelung zerrissen werden.

Wenn wir der bekannten Thatsache eingedenk bleiben, wie stark z. B. ein Leimstückchen in Wasser aufquellen kann (M. Traube), so wird uns nicht Wunder nehmen, dass auch in diesem Falle ein obgleich so zartes Gewebe so gewaltige Mengen Wasser zwischen seine Atome aufnehmen kann.

Das Wesentliche der Sache ist es, dass wir hier mit rein quantitativen Verhältnissen zu thun haben.

Die wichtigste Vorbedingung dafür, dass die Flimmerzelle zur Thätigkeit gereizt werde, besteht darin, dass der grössere Theil des Inhalts derselben seine normale Zusammensetzung behält; bis dieses Maximum nicht überschritten wird, tritt noch keine vollständige Sistirung ein; wird es überschritten und damit

die Bewegung der Flimmerhaare suspendirt, so kann noch dieselbe dadurch wiedergerufen werden, dass, wie oben bezeichnet, die frühere Zusammensetzung des Zellinhaltes durch Alkalien wiederhergestellt wird und dadurch auch der Hauptgrund der Sistirung der Bewegung wieder aufgehoben wird. Wir sind somit auf die einfache mechanische Thatsache hingewiesen, ohne genöthigt zu sein, zu willkürlichen vitalistischen Voraussetzungen zu greifen, welche sonst auch nichts erklären.

Dass der Kern eine besondere Rolle bei den beschriebenen Processen spielte, habe ich nicht wahrgenommen; damit aber ist gar nicht gesagt, dass derselbe zu den Säuren und Alkalien sich mehr oder weniger empfindlich als der Zellinhalt zeigt; denn dadurch, dass er in der Mitte der Zelle liegt, ist gleichzeitig das Verhältniss bedingt, dass er in näheren Contact mit diesen Auflösungen nur dann tritt, wenn der grösste Theil des Zellinhaltes bereits der Wirkung derselben ausgesetzt war. Daher summiren sich beide Wirkungen und können nicht getrennt zur Beobachtung gebracht werden. Die ungleichmässig poröse Beschaffenheit des Zellinhalts ermöglicht auch nicht die Beobachtung des veränderten Zellinhaltes allein, denn bevor noch der grösste Theil des Zellinhaltes durch die Zusatzflüssigkeit durchdrungen ist, kommt auch der Zellkern mit derselben in Contact; letzterer Umstand deutet darauf hin, dass zwischen Kern und Inhalt in dieser Beziehung keine durchgreifenden Unterschiede bestehen.

In allen Versuchsreihen, aus denen einzelne Beispiele hier angeführt wurden, war ich darauf bedacht, als Zeitpunkt der vollkommenen Sistirung nur den Moment zu bezeichnen, in welchem, nach den für die Sache maassgebenden Kriterien, die auf die Zelle wirkenden schädlichen Einflüsse ihre Wirkungen schon so weit ausgedehnt hätten, dass die Zelle in ihrem gegenwärtigen Bestande keineswegs reizungsfähig war, und um es zu werden nicht nur der Entfernung des momentan wirkenden, hemmenden Einflusses, sondern auch der durch seine vorherige Einwirkung hervorgebrachten Veränderungen des Zellinhaltes bedurfte.

Der Eintritt eines solchen Zustandes wird bei der Einwirkung der Säuren sogar durch die unmittelbare Beobachtung der rein optischen Verhältnisse leicht nachweisbar, vor Allem aber dient dazu der kräftigste, dabei aber auch, so viel man weiss, sehr indifferente Erreger der Zellthätigkeit — der electrische Strom.

In dieser Beziehung glaube ich, dass solche Angaben, wie sie z. B. Roth in seiner mir neuerdings zugekommenen Arbeit[1]) anführt, worin er z. B. über die Wirkung des Urins und der Essigsäure sagt, dass durch dieselben vollkommener Stillstand und durch rasches Verdrängen derselben mittelst Jodserum wieder allgemeine und dauernde Flimmerung hervorgerufen werde, ohne weiter die Erscheinung zu analysiren — solche Angaben, glaube ich, können eher nur zur Verwirrung, als zur Aufklärung der auch sonst sehr wenig klaren Begriffe über die Sache führen, und das aus folgendem Grunde.

Es ist einleuchtend, dass bei der Einwirkung irgend einer Flüssigkeit auf eine organische Zelle ausser anderen, uns weniger bekannten Nebenwirkungen zwei Hauptwirkungen sich besonders geltend machen werden, eine rein mechanische und eine chemische. Im Falle der Flimmerbewegung ist die Erinnerung an die mechanischen Wirkungen der Zusatzflüssigkeiten um so mehr geboten, als bekanntlich die in der Wissenschaft schon längst bestehende Zurückführung der Ursache der Flimmerung selbst ausschliesslich auf mechanische Wirkungen der Diffusionsströme bis jetzt noch ihre Geltung bewahrt und bewahren wird, bis die Thatsache des Fortbestehens der Flimmerung in losgelösten Zellen ihre Erklärung auf einem anderen Wege findet. Wenn das auch geschehen würde, so bleibt doch immer bei der Flimmerbewegung den mechanischen Wirkungen der Diffusionsströme ein weites Feld offen; vorläufig aber ist kein Mittel vorhanden, die Grösse dieser Wirkungen zu messen.

Die Nichtscheidung dieser zwei wichtigen Factoren bedingt es, dass auch ganz richtige Versuchsresultate dennoch keine wissenschaftliche Verwendung finden können; ausserdem sind zahlreiche Fehler gar nicht zu vermeiden.

Bei der Einwirkung einer Flüssigkeit auf eine Flimmerzelle ist die erste sich manifestirende Wirkung die mechanische, ihr folgt, anfangs auch einige Zeit parallel, dann allein, die chemische.

Wenn wir nach dem Zusatze von einer Flüssigkeit einen Stillstand der Bewegung, und nach der Entfernung dieser Flüssigkeit und Ersetzung derselben durch eine normale Zusatzflüssigkeit eine Wiederkehr derselben beobachten, so sind wir keineswegs berechtigt, ohne weitere Zergliederung der Erscheinung auf eine specifisch schädliche, die Möglichkeit

[1]) Virchow's Archiv. Bd. XXXVII. S. 191.

der Flimmerbewegung aufhebende Wirkung derselben auf die Zelle zu schliessen, wie es z. B. Roth für den Harn und die Essigsäure thut.

Die Säuren wirken specifisch schädlich auf die Flimmerbewegung durch die von denselben hervorgerufene Spaltung des Zellalbuminats, durch welche, bis zur Herstellung des ursprünglichen Zustandes, jede Möglichkeit des Zustandekommens der Flimmerbewegung abgeschnitten wird, davon überzeugt uns die Erfolglosigkeit der Anwendung des galvanischen Stromes.

Aber nicht jede Flüssigkeit, welche die Flimmerung sistirt, kann zu derselben Zeit als diese Bewegung specifisch aufhebend bezeichnet werden. Denn wenn die in der ersten Zeit der Einwirkung wirksamen Diffusionsströme auch unter Umständen das Zustandekommen der Flimmerbewegung mechanisch verhindern können, so folgt doch daraus nicht, dass die die Ströme erzeugende Flüssigkeit eine der Flimmerung specifisch schädliche sei. Wenn die Zusammenziehung der Muskeln eines Gliedes durch einen unbeweglichen Verband verhindert wird, so wird doch Niemand behaupten, dass der Verband auf die Muskelcontraction specifisch schädlich wirke.

Durch die Nichtbeachtung dieser Verhältnisse kommt z. B. Roth zu folgendem Schlusse: „Mit verdünnter Essigsäure“ (allerdings ein sehr vager Ausdruck, keine Concentration und keine Zeit der Einwirkung angegeben) „konnte ich vollkommenen Stillstand und durch rasches Verdrängen derselben mittelst Jodserum wieder allgemeine und dauernde Flimmerung hervorrufen.“

Dieser Angabe gemäss müsste man zur Ueberzeugung kommen, dass die Essigsäure eine nur mechanische und keineswegs eine chemische Einwirkung auf den Zellinhalt ausübt, denn die nachherige Verdrängung derselben durch eine indifferente Flüssigkeit, das Jodserum, kann, ausser der Aufhebung der weiteren Einwirkung der Essigsäure, höchstens nur noch zur Entfernung einiger flüssiger Producte dienen, keineswegs aber dazu, um die schon stattgehabten Wirkungen der Essigsäure auf den Zellinhalt aufzuheben. Die Sache verhält sich aber in der Wirklichkeit viel einfacher. Jeder starke Diffusionsstrom in's Innere der Flimmerzelle, auch der indifferentesten Flüssigkeit, so lange er noch andauert, hindert mechanisch das Zustandekommen der Flimmerbewegung; darauf ist in dieser Weise auch der hindernde Einfluss des Wassers in der ersten Zeit der Einwirkung, bis es noch nicht zu einer vollständigen Quellung des Zellinhalts gekommen ist,

basirt. Durch ungeschickte Manipulation kann der Grad der Sistirung noch bedeutend vergrössert werden. Wenn dazu noch sehr verdünnte, vom reinen Wasser nicht viel abstehende Lösungen gebraucht wurden (der Concentrationsgrad wird von Roth nicht angegeben) und die Einwirkungszeit sehr abgekürzt, so kann natürlich nach Zusatz von Jodserum die Flimmerung ganz gut weiter bestehen, aus dem einfachen Grunde, dass die Essigsäure gar nicht eingewirkt hatte. Aber natürlich ist der Gewinn von solchen Versuchen ein sehr mässiger.

Ich will beiläufig noch bemerken, dass gerade für die Essigsäure der niederste Concentrationsgrad der wirksamen Lösung ein sehr geringer ist: 1 p. M. ist schon deutlich wirksam, aber wie es schon erwähnt wurde, kann die Bewegung fortbestehen auch nach der Zersetzung etwa eines Dritttheiles der Zelle, wenngleich auch nicht in der ursprünglichen Stärke, aber das Mehr oder Weniger, wo sie nicht gemessen werden können, sind bekanntlich subjectiven Anschauungen sehr unterworfen. Die Einwirkungen der indifferenten Substanzen bieten instructive Beispiele rein mechanischer Wirkungen dar. Die Zusammensetzung des Zellinhalts wird durch dieselben gewissermaassen gefährdet, aber nur in physikalischer Richtung. Eine Bildung neuer chemischer Verbindungen innerhalb des Zellinhaltes findet nicht statt, wohl aber in einigen Fällen die Entziehung eines Stoffes — des Wassers. Eine solche Wasserentziehung aus den Geweben, welche es durchtränkt, ist bekanntlich eine dem Glycerin, auch dem Zucker zukommende Eigenschaft.

Nach dem Zusatze concentrirter Zuckerlösungen erlischt die Flimmerung, sobald die Lösung nur einigermaassen in's Innere der Zelle hineindiffundirt ist, was gewöhnlich in 4—6—8 Minuten der Fall ist. Der Sistirung geht natürlich ein Zustand progressiver Verlangsamung der Bewegung voran. Die früher benutzten Wiederbelebungsmittel, wie die Alkalien und der galvanische Strom, können in diesem Falle keine directe Anwendung finden.

Es ist wohl möglich, dass die Reizeinwirkung des Stromes hier auch nicht ausbleibt, aber dessen Folge, eine activirte Flimmerung, kann durch eingetretene mechanische Hindernisse nicht zur Geltung kommen.

Durch abwechselnde Versuche suchte ich die Frage über die relative Grösse der zwei hier wirksamen Factoren, der Austrocknung des Zellinhalts und der Dickflüssigkeit des Mediums zu entscheiden. Obgleich es von sich selbst einleuchtend

ist, dass der ungewohnte Widerstand, welchen die Flimmerhaare bei ihren Bewegungen in der dickflüssigen Zuckerlösung antreffen, jedenfalls verlangsamend auf dieselben wirken muss, so schien mir doch, dass der Hauptantheil an dieser Verlangsamung der Austrocknung des Zellinhalts durch die Zuckerlösung zuzuschreiben sei.

Die Flimmerung frischer Zellen dauert in der dicken Zuckerlösung noch einige Zeit fort und fängt nur an, sich abzuschwächen parallel mit dem Vordringen des Zuckers in die Zelle; andrerseits bei der Versetzung dieser Zellen in eine indifferente Flüssigkeit kehrt die Flimmerung nur dann wieder, wenn die Zelle das verlorene Wasser wieder zurückerhalten hat.

Die Einwirkung der Alkalilösungen auf solche verzuckerte Zellen ist eine nur indirecte. Dieselben können eine directe Wirkung nur dann ausüben, wenn es sich darum handelt, den anormalen Inhalt der Zelle auf den normalen Stand zurückzuführen, wie es, wie wir gesehen haben, bei den Zellen der Fall war, welche vorher Säurewirkungen ausgesetzt waren.

Nach der Austrocknung der Zellen aber durch Zucker kann zur Wiederherstellung der Lebensthätigkeit derselben nur der ihnen gerade fehlende Stoff, das heisst das Wasser, gebraucht werden; daher kommt man auch am besten zum Ziele, wenn man dasselbe den Zellen direct zuführt.

In dieser Weise können Membranen zur Thätigkeit wiedergerufen werden, welche schon geraume Zeit in dickflüssigen Zuckerlösungen gelegen haben, bis 30 Minuten, nach meinen Erfahrungen.

Bei solchen Versuchen aber muss man sich immer an eine allmälige Gradation des Concentrationsgrades der Zusatzflüssigkeit bei der Ausführung des Versuches halten; denn sonst wird die Kraft der ein- und ausströmenden Diffusionsströme zu sehr gesteigert und damit natürlich auch die durch dieselben hervorgebrachten mechanischen Wirkungen. Daher, um nicht dazu zu kommen, sonst indifferenten Flüssigkeiten specifische Wirkungen zuzuschreiben, wird man immer wohl thun, auf die Membranen zuerst schwache Zuckerlösungen auf kurze Zeit einwirken zu lassen und erst dann dieselben in concentrirtere Lösungen einlegen. Bei in solcher Weise behandelten Membranen gelingt es in der Regel, die Flimmerung auch nach halbstündigem Liegen durch einfache Auswaschung mit Wasser wieder herzustellen; in Jodserum pflegen solche Membranen ihre Lebensthätigkeit in normaler Weise auf geraume Zeit fortzusetzen.

In einigen organischen Flüssigkeiten, wie im Jodserum, Humor aqueus u. a., können Flimmerzellen stundenlang thätig bleiben; warum dieselben es in dickflüssigen Zuckerlösungen nicht ebenso thun können, obgleich der Zucker nach allen neueren Erfahrungen (z. B. Ranke) immerhin als ein sehr indifferenter Stoff angesehen werden soll, bekanntlich schwache 1—2% Lösungen es auch in vollem Maasse sind, kann in folgender Weise einfach erklärt werden.

Wenn eine Zelle, unter Bezugnahme aller Vorsichtsmaassregeln, mit einer Zuckerlösung imbibirt wird, so bleibt ihr festes Gerüst vorläufig intact und es wird nur die den Zellinhalt durchtränkende eiweisshaltige Flüssigkeit durch den Zucker ersetzt. Wie wir sahen wird dadurch die Lebensintegrität der Zelle keineswegs gefährdet, und nachdem die jetzt mit Zucker erfüllten Zwischenräume zwischen den festen Theilchen wieder mit einem, dem normalen ähnlichen Albuminate angefüllt worden, kann die Flimmerung fortbestehen, wie früher.

Die Ursache davon ist einfach die, dass der Zucker, als ein indifferenter Stoff, keine chemische Wirkung auf die von ihm während einiger Zeit umspülten Atomcomplexe ausgeübt hat. Dauert aber seine Einwirkung längere Zeit, nach unseren Erfahrungen über 30 Minuten, so tritt eine, die Lebensintegrität der Zelle gefährdende mechanische Wirkung ein. Die grösseren, zusammenhängenden Atomcomplexe, welche in jeder Weise zwischen ihren einzelnen Atomen Flüssigkeit enthalten, werden durch die Entziehung dieser Flüssigkeit durch den Zucker auseinandergesprengt, und, wie es scheint, kann eine Wiederherstellung des Wassergehaltes der Gesammtzelle diesen Atomcomplexen zugleich auch ihre frühere engere Zusammengehörigkeit nicht wiedergeben.

Es ist bis jetzt noch kein Grund vorhanden, um anzunehmen, dass in den thierischen Zellen das Wasser an die Moleküle derselben chemisch gebunden wäre, ähnlich, wie es mit dem Krystallwasser der Fall ist. Das steht aber fest, dass ausser dem in den Poren des Zellkörpers befindlichen noch andere Partien Wasser existiren, welche in einer sehr innigen Beziehung zu den zusammengesetzten Molekülen des Zellkörpers stehen, welcher Umstand einige Autoren (Wundt z. B.) wohl mit Recht zur Annahme eines neuen fest-flüssigen Aggregatzustandes für die organischen Körper geführt hat.

Durch die Entziehung jenes mechanisch-gebundenen Wassers wird das mechanische Gefüge des Zellkörpers aus-

einandergesprengt, die jetzt lose gewordenen Atome, obgleich vielleicht ihrer Wirkung nach aussen nicht beraubt, bieten nur vereinzelte Wirkungen dar, es fehlt die Gruppirung der einzelnen Atome und Moleküle zu zusammenhängenden Massencomplexen und die daraus unmittelbar hervorgehende Summirung der Einzelwirkungen, welche als wesentliche Bedingungen des Zelllebens anzusehen sind.

Als solche Mittelpunkte der Zellthätigkeit ist man gewöhnt die Zellkerne und Kernkörperchen (ausserdem die Nucleoluli nach Schrönn) anzusehen; es ist aber unzweifelhaft, dass die entsprechende Lebensthätigkeit noch secundäre Centra ihrer lebhaftesten Aeusserung besitzt, welche durch die schon visuell wahrnehmbaren dichteren Bestandtheile des Zellkörpers, als Körnchen, Bläschen, Granulationen u. s. w., dargestellt werden.

Die mechanische Zertheilung, gleichsam Zermalmung solcher Bestandtheile durch die Einwirkung der Zuckerlösungen ist auch unmittelbar wahrnehmbar. Natürlich muss man Zermalmung vom Blasswerden durch den Zucker unterscheiden können, was aber durch vorurtheilsfreie, scharfe Beobachtung, durch geeignete optische Hülfsmittel unterstützt, ohne übergrosse Schwierigkeiten erreichbar ist.

Vielfach suchte man in der letzten Zeit auf die Beziehungen des Flimmerepithels zu den protoplasmatischen und contractilen Geweben hinzuweisen.

In den oben angeführten Beobachtungen haben wir, wenigstens für die mehr oder weniger freiwillige Bewegungen ausführenden Flimmerzellen der Opisthobranchierlarven, den directen Beweis der Existenz contractiler Fäden im Inneren der Zellen geführt, welche mehr als wahrscheinlich in directem Zusammenhange mit den Flimmerhaaren selbst stehen. Die citirten Beobachtungen anderer Forscher bringen Beispiele von einer Sonderung des Zellinhalts in longitudinaler Richtung auch bei anderen Thieren bei. Mit den chemischen Identitäten aber, welche hervorzuheben sich mehrere Forscher bemüht haben, steht es leider anders.

Wir müssen bekennen, dass, wenn auch die neuesten Arbeiten, zu B. Kühne's u. A., dankenswerthe Angaben über das chemische Verhalten der contractilen Gewebe beigebracht haben, doch bis jetzt ein sicheres chemisches Kriterium zur Unterscheidung der contractilen Gewebe von sonstigen Gewebsbestandtheilen fehlt. Bis ein solches geliefert wird, glauben wir, dass bei der Bestimmung solcher Iden-

titäten es am zweckentsprechendsten sein wird, zum Vergleichsmaassstabe vorläufig nur die Gleichartigkeit des Baues anzunehmen.

Dorpat, im Mai 1867.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Flimmerzellen aus dem Velum der Larven von Flabellina. $^{500}/_{1}$.

Fig. II. Unpolarisirbare Elektroden, zwei Drittel der natürlichen Grösse.

Auf die Mitte eines 10 Ct. langen und 4 Ct. breiten Objectträgers *a* ist ein 1—2 Ct. breiter Glasstreifen *c* mit Canadabalsam aufgekittet; auf beiden Seiten desselben sind zwei amalgamirte Zinkplatten mit Klemmschrauben *b* durch Guttaperchabänder befestigt. Auf denselben ruhen mit Zinkvitriol durchtränkte Papierbäusche. Die Stücke der mit einer indifferenten Flüssigkeit getränkten thierischen Membran *d* dienen zur Leitung des Stromes in's Präparat, zu derselben Zeit aber schützen es dieselben vor der Einwirkung des Zinkvitriols. Die Verbindung mit der Batterie geschieht direct durch in die Klemmschrauben eingesetzte Drähte. Damit die Guttaperchabänder die Stabilität der Glasplatte nicht beeinträchtigen, sind unter derselben zwei Holzklötze aufgeklebt. Der Uebersichtlichkeit wegen sind auf der rechten Seite der Figur der Papierbausch nebst Membran nicht dargestellt.

Bibliothek des med.-Flin. Instituts München

Verzeichniss

der in Band I—VIII der neuen Folge und Bd. I—XXX der 3ten Reihe der Zeitschrift für rationelle Medicin enthaltenen Originalabhandlungen.

Ackermann, T., Beiträge zur Pharmakodynamik des Brechweinsteins. 3. R. II., 241.

Adler, H., Vorläufige Mittheilung über eine mittelst Silber-Imbibition gemachte Beobachtung. 3. R. XXI., 160.

Aeby, C., über die Symphysis ossium pubis des Menschen, nebst Beiträgen zur Lehre vom hyalinen Knorpel und seiner Verknöcherung. 3. R. IV., 1.

——— Ueber eine eigenthümliche Wirbelanomalie. 3. R. VII., 123.

——— Die Accommodationsgeschwindigkeit des menschlichen Auges. 3. R. XI., 300.

——— Ueber die Beziehung der Faserzahl zum Alter des Muskels. 3. R. XIV., 182.

——— Fremde Körper im Mesenterium des Frosches. 3. R. XIV., 361.

——— Ueber die Bedeutung der Purkinje'schen Fäden im Herzen. 3. R. XVII., 195.

——— Die Sphäroidgelenke der Extremitätengürtel. Ebendas. 204.

Aubert, H., Experimental-Untersuchungen über die Frage, ob die Mittelsalze auf endosmotischem Wege abführen. N. F. II., 225.

Auerbach, L., Ueber Percussion der Muskeln. 3. R. XIV., 215.

v. Babo, L., s. Meissner.

Baierlacher, Physiologische Studien im Gebiete der elektrischen Muskelerregung vom Nerven aus. 3. R. V., 233.

——— Ueber Muskelerregungen beim Menschen. 3. R. VIII., 263.

Becher, E., Die Kohlensäurespannung im Blut als proportionales Maass des Umsatzes der kohlenstoffhaltigen Körper- und Nahrungsbestandtheile. N. F. VI., 249.

van der Becke Callenfels, J., Ueber den Einfluss der vasomotorischen Nerven auf den Kreislauf und die Temperatur. N. F. VII., 157.

Beneke, Eine Erwiderung für Herrn Cand. med. Bischoff in München. 3. R. XXIII., 271.

Bergmann, C., Zur Kenntniss des gelben Flecks der Netzhaut. N. F. V., 245.

——— Notiz über einige Structurverhältnisse des Cerebellum und Rückenmarks. N. F. VIII., 360.

——— Anatomisches und Physiologisches über die Netzhaut des Auges. 3. R. II., 83.

——— Untersuchungen an einem atrophischen Cerebellum. 3. R. XI., 259.

——— Ueber dorso-lumbale u. lumbosacrale Uebergangswirbel (briefl. Mittheilung). 3. R. XIV., 349.

——— Können die Zäpfchen der Fovea centralis retinae Scheinheiten sein? 3. R. XXIII., 145.

Bernstein, J., Zur Irisbewegung. Erwiderung an Herrn Dr. Gruenhagen. 3. R. XXIX., 35.

Betz, F., Ueber die peristaltischen Bewegungen des Darms u. Hodensacks. N. F. I., 329.

——— Physiologisch-pathologische Untersuchungen über Deformitäten der menschlichen Kiefer. N. F. II., 35.

Betz, W., Ueber den Blutstrom in der Leber, besonders den in der Leberarterie. 3. R. XVIII., 44.

Beutner, A., Ueber die Strom- und Druckkräfte des Blutes in der Arteria u. Vena pulmonalis. N. F. II., 97.

Bischoff, E., Einige Gewichts- und Trockenbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. 3. R. XX., 75.

——— Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe und über das Vorkommen dieser Säuren im ikterischen Harn. 3. R. XXI., 125.

——— Eine Antwort auf die Erwiderung des Herrn Geh. Medicinalraths und Professors Dr. Beneke in Marburg. 3. R. XXIV., 297.

——— Ueber die angebliche Anastomose zwischen dem Ganglion geniculi N. facialis u. dem N. petrosus superficialis minor. 3. R. XXIX., 161.

Bischoff, Th. L. W., Beiträge zur Lehre von der Menstruation und Befruchtung. N. F. IV., 129.

——— Zur Frage nach den Harnstoffbestimmungen bei Untersuchungen über den Stoffwechsel. 3. R. XIV., 320.

——— Bemerkung über den Ort der Befruchtung der Säugethier-Eier. 3. R. XXIII., 268.

Blasius, W., Ueber das Vorkommen des Kupfers im thierischen Organismus. 3. R. XXVI., 240.

Bockshammer, K., Die angebornen Synostosen an den Enden der beweglichen Wirbelsäule. 3. R. XV., 1.

Boedeker, C., Kleine Beiträge zur chemischen Kenntniss des Eiters. N. F. VI., 188.

Boedeker, C., Ueber die quantitative Bestimmung des Trauben- u. Milchzuckers mittelst alkalischer Kupferoxydlösung. Ebendas. 201.

——— Ueber die verschiedene Zusammensetzung der Milch zu verschiedenen Tageszeiten; ein Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob und wie sich der normale Stoffwechsel im animalischen Organismus bei Nacht und bei Tage ändert. Ebendas. 206.

——— Pathologisch-chemische Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts zu Göttingen. N. F. VII., 137.

——— Ueber die Producte des Zuckers bei dessen Oxydation in alkalischer Lösung. N. F. VIII., 198.

——— Ueber die Quantitätsbestimmung des Albumins in dessen Lösungen durch Wägung und Titrirung. 3. R. V., 320.

——— Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts zu Göttingen. 3. R. VII., 127.

——— Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium des physiologischen Instituts zu Göttingen. 3. R. X., 153.

——— s. Richardson.

Böger, A., Die Gelenke des Kaninchens. 3. R. XXIX., 38.

Böhmer, F., Ueber die syphilitische Affection der Leber. N. F. III., 88.

Bohn, C., Physikalische Untersuchung des Gasteiner Thermal-Wassers. 3. R. VIII., 231.

Bokowa, M., Ein Verfahren, künstliche Farbenblindheit hervorzubringen. 3. R. XVII., 161.

Braun, J. C. W., Ueber die Musculatur der Zunge bei den Leporinen und Myrmecophagen. 3. R. XXIV., 113.

Brunner, G., Ueber die Spannung des ruhenden Bluts im lebenden Thier. N. F. V., 336.

Budge, J., Beschreibung eines neuen Muskels und mehrerer Muskel- u. Knochenvarietäten. 3. R. VII., 273.

——— Ueber das Wachsthum der Muskeln. 3. R. XI., 305.

Budge, J., Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase. 1. Abthlg. 3. R. XXI., 1.
——— do. 2. Abthlg. Ebendas. 174.
——— Neue Untersuchungen über den Einfluss des N. vagus auf die Athembewegungen. Ebendas. 269.
——— Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase. 3. Abthlg. 3. R. XXIII., 78.
Büttner, C., Ueber die nach der Durchschneidung des Trigeminus auftretenden Ernährungsstörungen am Auge u. andern Organen. 3. R. XV., 254.
——— s. Meissner.
Buhl, Mittheilungen aus der Pfeufer'schen Klinik. N. F. IV., 342.
——— Communication der linken Herzkammer mit dem rechten Vorhofe. N. F. V., 1.
——— Mittheilungen aus der Pfeufer'schen Klinik. Epidemische Cholera. N. F. VI., 1.
——— Bericht über 280 Leichenöffnungen. N. F. VIII., 1.
——— Ueber den Wassergehalt im Gehirn bei Typhus. 3. R. IV., 294.
——— Stichwunde in den Mastdarm. Vierjähriges Siechthum. Blasenstein mit einem Knochenfragment als Kern. 3. R. VII., 82.
——— Angeborner Mangel beider Oberschenkelknochen. 3. R. X., 128.
Classen, A., Ueber das Verhältniss der organischen Form zu den mechanischen Naturwissenschaften. 3. R. XXIX., 105.
Claudius, Ueber den Schädel der Hemicephalen. 3. R. XXI., 153.
——— Ueber die Lage des Uterus. 3. R. XXIII., 249.
Cohn, F., s. Meissner.
Corvisart, L., Ueber die Function des pankreatischen Saftes. 3. R. VII., 119.
Cunze, A., Ueber die Wirkung der arsenigen Säure auf den thierischen Organismus. 3. R. XXVIII., 33.
Daake, Ueber das Vorkommen von oxalsaurem Kalk in der Schilddrüse. 3. R. XXIII., 3.
Deichler, Zur Frage ob die Lungenbläschen ein Epithelium besitzen oder nicht. 3. R. X., 195.
Doering, Beitrag zur Kenntniss des Oedema glottidis. 3. R. II., 237.
Dohrn, R., Beiträge zur Druckempfindlichkeit der Haut. 3. R. X., 339.
Donders, C. F., Untersuchungen über den Uebergang fester Moleküle in das Gefässsystem. N. F. I., 415.
——— Die Bewegung der Lunge und des Herzens bei der Respiration. N. F. III., 39.
——— Beiträge zum Mechanismus der Respiration und Circulation im gesunden und kranken Zustande. N. F. III., 287.
——— Kurzer Bericht über einige Untersuchungen, die Organe der Verdauung und Resorption betreffend. N. F. IV., 230.
——— Weitere Beiträge zur Physiologie der Respiration und Circulation. Ebendas. 241.
——— Bedenken gegen die von Buys Ballot und Fabius gegebene Formel zur Berechnung der vitalen Capicität. Ebendas. 304.
Dornblueth, F., Ueber den Bau der Cornea oculi. N. F. VII., 212.
——— Ueber den Bau der Cornea oculi. 2. Artikel. N. F. VIII., 156.
——— Einige Bemerkungen über den Mechanismus der Harnsecretion. Ebendas. 174.
du Bois-Raymond, P., Zur Kritik der Blutanalysen. N. F. IV., 44.
——— Zweiter Beitrag zur Kritik der Blutanalysen. N. F. V., 101.
Duerr, Ueber die Assimilation des letzten Bauchwirbels an das Kreuzbein. 3. R. VIII., 185.
Dursy, E., Beiträge zur Anatomie der Muskeln und Bänder der Hand. N. F. III., 65.
——— Ueber die Fascien u. Schleimbeutel der Fusssohle. N. F. VI., 328.
——— Historischer Beitrag zu Bischoff's Gewichtsbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. 3. R. XXI., 196.
——— Ueber den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugethiere. Vorläufige Mittheilung. 3. R. XXIII., 257.

Dursy, E., Messungen an Hühnerembryonen u. Bildungsabweichungen des Schwanzendes des Primitivstreifens. 3. R. XXIX., 224.

v. Dusch, Th., Recension von X. Schömann, das Malum coxae senile. N. F. I., 428.

—— Tetanus traumaticus; Chloroformnarkose; Genesung. N. F. III., 53.

——— Mittheilung zweier Fälle von Diabetes mellitus, nebst Angabe der täglich entleerten Zuckermengen und einigen Betrachtungen über das Wesen dieser Krankheit. N. F. IV., 1.

——— Ueber Thrombose der Hirnsinus. 3. R. VII., 161.

Eberhard, R. F., Versuche über den Uebergang fester Stoffe von Darm und Haut in die Säftemasse des Körpers. N. F. I., 406.

Ecker, A., Ueber die Drüsen der Magenschleimhaut des Menschen. N. F. II., 243.

——— Bildungsfehler des Pancreas u. d. Herzens. 3. R. XIV., 354.

Eckhard, C., Die chemische Reizung der motorischen Froschnerven. N. F. I., 303.

——— Der galvanische Strom als Hinderniss der Muskelzuckung. N. F. III., 198.

——— Herr Dr. Eduard Pflüger u. seine Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus. N. F. VIII., 343.

——— Vorläufige Notiz über die Einwirkung des gereizten N. sympathicus auf die Speichelsecretion. 3. R. V., 334.

——— Notiz, die Speichelsecretion betreffend. 3. R. XXVIII., 120.

——— Zur Entwicklungsgeschichte der Herzmuskulatur. 3. R. XXIX., 55.

——— Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion. Ebendas. 74.

Edenhuizen, M., Beiträge zur Physiologie der Haut. 3. R. XVII., 35.

Ehlers, Eine Varietät des M. subcutaneus colli, M. sternocleidomastoideus und M. subclavius. 3. R. XXI., 297.

Erythropel, A., Beiträge zur pathologischen Anatomie der Niere. A. d. Nachlass des Verstorbenen mitgetheilt von W. Krause. 3. R. XXIV., 214.

Everts, B. H., u. *van Leeuwen, D. H.,* Ueber Epilepsie. N. F. III., 1.

Fabius, Spirometrische Beobachtungen. N. F. IV., 281.

Fichte, F., Zur Lehre von den angebornen Missbildungen der Iris. N. F. II., 140.

Fick, A., Erörterung eines physiologisch-optischen Phänomens. N. F. II., 83.

——— Ueber eine Methode, mikroskopische Objecte mathematisch genau zu zeichnen u. insbesondere deren Flächenräume zu messen. N. F. III., 273.

——— Die Bewegungen des menschlichen Augapfels. N. F. IV., 101.

——— Die Gelenke mit sattelförmigen Flächen. Ebendas. 314.

——— Ueber thierische Wärme. N. F. V., 148.

——— Das Mehrfachsehen mit Einem Auge. Ebendas. 277.

——— Noch eine Notiz über die Augenmuskeln. Ebendas. 331.

——— Ueber Diffusion. N. F. VI., 288.

Fiedler, Ein Fall von Verkümmerung des Cerebellum. 3. R. XI., 254.

Finger, W., Ueber die Endigungen der Wollustnerven. 3. R. XXVIII., 222.

Fisch, E., Ueber den Mechanismus der Vorderarmluxation nach hinten. N. F. V., 235.

——— Beitrag zur Lehre über die Verrenkungen im Ellenbogengelenk. N. F. VII., 354.

Fischer, G., Ueber Spina bifida sacralis. 3. R. XXI., 34.

——— Eine Missbildung des Daumens. Ebendas. 74.

——— *L.,* s. Krause.

——— *R.,* Die Hernia foraminis ovalis. N. F. II., 246.

——— Beobachtungen über entzündliche Affectionen der den Bulbus umgebenden Gebilde in der Augenhöhle. N. F. III., 320.

Flügel, Bruchstücke aus ländlicher Praxis. N. F. IV., 219.

Frantz, L., Bemerkung zur Notiz Setschenow's, die Reflexhemmung betreffend. 3. R. XXVIII., 122.
Fuchs, C. H., Ueber Scabies crustosa s. norwegica Boeckii und deren Vorkommen in Deutschland. N. F. III., 261.
Funke, O., Ueber das Milzvenenblut. N. F. I., 172.
——— Neue Beobachtungen über die Krystalle des Milzvenen- u. Fischblutes. N. F. II., 199.
——— Ueber Blutkrystallisation. Ebendas. 288.
Gieseler, R., Eiweiss, als Cholagogum empfohlen. N. F. V., 253.
——— Ueber die Anwendung der Dämpfe des Chlorammonium in Krankheiten der Respirationsorgane. Ebendas. 324.
Goll, F., Ueber den Einfluss des Blutdruckes auf die Harnabsonderung. N. F. IV., 78.
Gruber, W., Ueber die Identität des Stylo-auricularis (Hyrtl 1840) mit einer Varietät des Caput auriculare M. styloglossi (mihi 1854) u. Duverney's Priorität der Entdeckung (1749). 3. R. X., 368.
Gruenhagen, A., Ueber die unipolare Zuckung. 3. R. XXIV., 153.
——— Bemerkungen über die Summation von Erregungen in der Nervenfaser. 3. R. XXVI., 189.
——— Ueber die elektrischen Ströme der Froschhaut. Ebendas. 268.
——— Ueber das Vorkommen eines Dilatator pupillae in der Iris des Menschen und der Säugethiere. 3. R. XXVIII., 176.
——— Untersuchungen, den intraocularen Druck betreff. Ebendas. 238.
——— Ueber das Verhalten des Sphincter pupillae der Säugethiere gegen Atropin. 3. R. XXIX., 275.
——— Notiz über das Verhalten der negativen Stromesschwankung der sogenannten parelectronomischen Schichte des natürlichen Muskelquerschnitts. Ebendas. 285.
Grussendorf, F., Ueber die spindelförmigen Körperchen des Bindegewebes. 3. R. XXVI., 186.
Gut, J., Ueber Doppeltsehen mit Einem Auge. N. F. IV., 395.
Haase, G., Ueber das Othämatom. 3. R. XXIV., 82.
Haffter, W., Neue Versuche über den N. splanchnicus major. N. F. IV., 322.
Hanssen, H., Ueber cavernöse Geschwülste. 3. R. XX., 155.
Harless, E., Ueber die Bedeutsamkeit der Nervenhüllen. 3. R. IV., 168.
——— Die Muskelkrämpfe bei der Nervenvertrocknung. 3. R. VII., 219.
——— Ueber den Einfluss der Temperaturen und ihrer Schwankungen auf die motorischen Nerven. 3. R. VIII., 122.
——— Wirkungen des Ammoniaks auf die Nervenstämme. 3. R. XII., 68.
——— Analyse der willkührlichen Bewegung. 3. R. XIV., 97.
Harling, T., Ueber die Membrana orbitalis der Säugethiere und über glatte Muskeln in der Augenhöhle u. den Augenlidern des Menschen. 3. R. XXIV., 275.
Hasse, C., Ueber den Oesophagus der Tauben und das Verhältniss der Secretion des Kropfes zur Milchsecretion. 3. R. XXIII., 101.
——— Beiträge zur Histologie des Vogelmagens. 3. R. XXVIII., 1.
——— Beiträge zur Anatomie der menschlichen Retina. 3. R. XXIX., 238.
Hauner, Der feuchte Mundkrebs der Kinder (Cancer aquat. oris infantum). N. F. V., 180.
Henke, P. J. W., Die Bewegung des Fusses am Sprungbein. N. F. VII., 225.
——— Die Bewegung des Beines am Sprungbein. N. F. VIII., 149.
——— Die Bewegung zwischen Atlas u. Epistropheus. 3. R. II., 114.
——— Die Controversen über die Fussgelenke. Ebendas. 163.
——— Die Luxationen der Fusswurzel. Ebendas. 173.
——— Die Contracturen der Fusswurzel. 3. R. V., 44.
——— Die Bewegungen der Handwurzel. 3. R. VII., 27.
——— Die Bewegungen des Kopfs in den Gelenken der Halswirbelsäule. Ebendas. 49.

Henke, P. J. W., Die Aufhängung des Arms in der Schulter durch den Luftdruck. Ebendas. 263.
——— Der Mechanismus der Doppelgelenke mit Zwischenknorpeln. 3. R. VIII., 48.
——— Antikritik, betreffend Kniegelenk. 3. R. XIV., 243.
——— Hypothese über den Schlaf und die wirksamen Stoffe im Nerven. 3. R. XIV., 363.
——— Contractur des Metatarsus. 3. R. XVII., 188.
——— Genealogisches über Knorpelelemente. 3. R. XVIII., 61.
Henle, J., Versuche u. Beobachtungen an einem Enthaupteten. N. F. II., 299.
——— Ein Fall von Trichina spiralis. N. F. VI., 247.
——— Ein Fall von angeborner Spalte der Clitoris. Ebendas. 343.
——— Nachtrag zu Dornblueth's Abhandlung über den Bau der Cornea. N. F. VII., 224.
——— Notiz, den M. coracobrachialis des Menschen betreffend. N. F. VIII., 223.
——— Zur Anatomie der geschlossenen (lenticulären) Drüsen oder Follikel und der Lymphdrüsen. 3. R. VIII., 201.
——— Ueber den Mechanismus der Erection. 3. R. XVIII., 1.
——— Zur Anatomie der Thräuenwege u. zur Physiologie der Thränenleitung. 3. R. XXIII., 264.
——— Ueber das Gewebe der Nebenniere und der Hypophyse. 3. R. XXIV., 143.
Hepp, L., Beitrag zur Lehre von der Hypertrophie der Muskeln. N. F. IV., 257.
Herbst, G., Die Unterbindung des Wirsung'schen Ganges an Kaninchen, mit Rücksicht auf die Bernard'sche Ansicht über den Zweck des pankreatischen Saftes. N. F. III., 389.
Hermann, M., Vergleichung des Harns aus den beiden gleichzeitig thätigen Nieren. 3. R. XV., 308.
——— Ueber den Einfluss des Blutdrucks auf die Secretion des Harns. 3. R. XVII., 1.
Hilty, U., Der innere Callus, seine Entstehung und Bedeutung. N. F. III., 189.
Hirsch, M., Einige praktische Bedenken gegen die jetzt herrschende Zeugungstheorie. N. F. II., 127.
Huntemüller, Ueber Halsrippen und anomale Rippengelenke. 3. R. XXIX., 149.
Jahn, A., s. Welcker.
Joseph, L., Osteologischer Beitrag über das Schläfenbein und den in ihm enthaltenen Gehörapparat. 3. R. XXVIII., 101.
Junker, W., Anatomische Beschreibung einiger Fälle von Knochen-Neubildung nach Phosphornekrose. 3. R. XXVIII., 205.
Keferstein, W., s. Kupffer.
Kehrer, F. A., Ueber den Pank'schen tubo-ovarialen Bandapparat u. den Mechanismus der Einwanderung des Ovulum in den Fransentrichter. 3. R. XX., 19.
——— Ueber den Bau und die Verrichtung der Augenhöhlendrüse. 3. R. XXIX., 88.
——— Ueber angebliche reflectorische Beziehungen des N. vagus zur Harnblase. Ebendas. 144.
Kerschensteiner, J., Beobachtungen aus der Dr. v. Pfeufer'schen Klinik. Wintersemester 1856/57 (Typhus und Puerperalfieber). 3. R. V., 132.
Kierulf, T., Einige Versuche über die Harnsecretion. N. F. III., 279.
Kilian, F., Einfluss der Medulla oblongata auf die Bewegungen des Uterus. Nach des Verf. Hinscheiden herausgegeben von A. Mayer. N. F. II., 1.
Knorz, E., Die Grösse der absoluten Muskelkraft, aus Versuchen neu berechnet. N. d. Dissertation mitgetheilt von W. Henke. 3. R. XXIV., 247.
Koch, R., Ueber das Entstehen der Bernsteinsäure im menschlichen Organismus. 3. R. XXIV., 264.
Kohlrausch, F., Ueber die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes in den menschlichen Nerven. 3. R. XXVIII., 190.

Kohlschütter, E., Messungen der Festigkeit des Schlafs. 3. R. XVII., 209.

Kraemer, Heilung eines sehr grossen angebornen s. g. Nabel- oder Nabelschnurbruches. N. F. III., 218.

Krause, W., Ueber die Drüsen der Conjunctiva. N. F. IV., 337.

——— Mikroskopische Untersuchungen an der Leiche eines Enthaupteten. N. F. VI., 105.

——— Zur Physiologie der Lymphe. N. F. VII., 148.

——— Ueber eine „neue" Zuckerprobe. Ebendas. 342.

——— Ein Fall von Luxation des Os femoris auf den Ramus superior (sive descendens) ossis ischii. Ebendas. 354.

——— Ueber die Schädel der Geisteskranken. 3. R. II., 73.

——— Ueber das Foramen supraorbitale. Ebendas. 81.

——— Ueber Nervenendigungen. 3. R. V., 28.

——— Chemische Notizen. 3. R. VII., 397.

——— Zur Anatomie der Steissdrüse. 3. R. X., 293.

——— Ueber den Bau der Retina-Stäbchen beim Menschen. 3. R. XI., 175.

——— Bemerkungen über einige histologische Controversen. 3. R. XV., 184.

——— Ueber die Function der Vater'schen Körperchen. 3. R. XVII., 278.

——— Ueber die Endigung der Muskelnerven. 3. R. XVIII., 136.

——— Ueber Lymphgefässe im Colon der Katze. Ebendas. 161.

——— Ueber die Endigung der Muskelnerven. 2. Artikel. 3. R. XX., 1.

——— do. 3. Artikel. 3. R. XXI., 77.

——— Ueber die Drüsennerven. Ebendas. 90.

——— Ueber das Analogon des Collum ossis femoris am Oberarmbeine. 3. R. XXIII., 1.

——— Ueber die Drüsennerven. Ebendas. 46.

——— Ueber die Endigung der Muskelnerven. 4. Artikel. Ebendas. 517.

Krause, W., Ueber den Ursprung einer accessorischen Art. coronaria cordis aus der A. pulmonalis. 3. R. XXIV., 225.

——— Ueber die Nervenendigung in den Geschlechtsorganen. 3. R. XXVIII., 86.

——— Die Nervenendigung im Greifschwanz eines Affen der neuen Welt. Ebendas. 89.

——— Ueber den N. tympanicus und N. petrosus superficialis minor. Ebendas. 91.

——— Erwiderung an Herrn Prof. Arnold in Heidelberg. Ebendas. 145.

——— Bemerkung über den N. petrosus superficialis minor. 3. R. XXIX., 165.

Krause, W., u. *Fischer, L.,* Neue Bestimmungen des specifischen Gewichts von Organen u. Geweben des menschlichen Körpers. 3. R. XXVI., 306.

Kruse, H., Zur Cataractbildung. 3. R. XXIV., 261.

Kühn, A., Ueber das Vorkommen von accessorischen Nebennieren. 3. R. XXVIII., 147.

Kühne, W., Ueber eine neue Zuckerprobe. N. F. VIII., 139.

Kunde, F., Ueber Krystallbildung im Blute. N. F. II., 271.

Kupffer, C., Ueber das Hemmungsvermögen der Muskeln gegenüber localer Erregung nach Prof. Dr. Fick. 3. R. II., 160.

Kupffer, C., u. *Keferstein, W.,* Untersuchung über die elektrischen Organe von Gymnotus electricus u. Mormyrus oxyrhynchus. 3. R. II., 344.

——— u. *Ludwig, C.,* Die Beziehung der Nervi vagi u. splanchnici zur Darmbewegung. 3. R. II., 357.

Kussmaul, Ueber den Schnupfen der Säuglinge. 3. R. XXIII., 225.

——— Ueber angeborne Enge u. Verschluss der Lungenarterienbahn. 3. R. XXVI., 99.

Lamansky, S., Ueber die Folgen der Exstirpation des Plexus coeliacus u. mesentericus. 3. R. XXVIII., 59.

Langhans, T., Das Gewebe der Hornhaut im normalen und pathologischen Zustande. 3. R. XII., 1.

Leber, F., Ueber den Einfluss mechanischer Arbeit auf die Ermüdung der Muskeln. 3. R. XVIII., 262.

van Leeuwen, D. H., s. Everts.

Lessing, S., Zur Histologie der Bindegewebsknochen. 3. R. XII., 314.

Leuckart, R., Weitere Beobachtungen über die Jugendzustände und die Entwicklungsgeschichte von Pentastomum taenioides. 3. R. IV., 78.

——— Pentastomum denticulatum der Jugendzustand von Pent. taenioides. 3. R. II., 48.

——— Der geschlechtsreife Zustand der Trichina spiralis. Eine vorläufige Mittheilung. 3. R. VIII., 259.

——— Zusatz zu den Mittheilungen über den geschlechtsreifen Zustand der Trichina spiralis. Ebendas. 334.

Lindwurm, Hypertrophie und Ulceration der Haut mit amyloider Degeneration. 3. R. XIV., 257.

Listing, Physiologische Frage. 3. R. XIV., 367.

——— s. Wicke.

Lockemann, Zur Casuistik der Geruchsanomalien. 3. R. XII., 340.

Lohmeyer, C. F., Beiträge zur Histologie u. Aetiologie der erworbenen Linsenstaare. N. F. V., 56.

Lomnitz, Einige Beobachtungen über den Diabetes mellitus, insbesondere die Veränderungen der Körpertemperatur bei demselben. 3. R. II., 61.

Lorey, Ueber Cryptorchismus. 3. R. XXI., 97.

Lotze, K., Eine Varietät des M. extensor digitorum brevis. 3. R. XXVIII., 99.

Ludwig, C., Neue Versuche über die Beihülfe der Nerven zur Speichelabsonderung. N. F. I., 255.

——— Zur Ablehnung der Anmuthungen des Herrn R. Wagner in Göttingen. N. F. V., 269.

——— Zur Verständigung über die Blutanalyse durch Mischung, eine Antwort auf die Erwiderung des Herrn Zech. Ebendas. 353.

——— u. *E. Becker,* Mittheilung eines Gesetzes, welches die chemische Zusammensetzung des Unterkiefer-Speichels beim Hunde bestimmt. N. F. I., 278.

Ludwig, C., u. *Spiess, A.,* Vergleichung der Wärme des Unterkieferdrüsenspeichels und des gleichseitigen Carotidenbluts. 3. R. II., 361.

——— u. *Zawarykin,* Ueber den Zusammenhang der verzweigten Kanäle Henle's mit den gewundenen Schläuchen der Nierenrinde. Briefl. Mittheilung. 3. R. XX., 185.

Dieselben, Die Lymphwurzeln in der Niere des Säugethiers. Vorläufige Mittheilung. Ebendas. 199.

Lueken, A., Die pathologischen Neubildungen des Myocardium. 3. R. XXIII., 201.

Luschka, H., Die Verbindung des Handgriffs mit dem Körper des Brustbeins. N. F. VI., 302.

——— Ueber den Bau der Zwischenwirbelknorpel. N. F. VII., 129.

——— Die Bursa mucosa sacralis. N. F. VIII., 219.

——— Die fibröse Scheide der Sehne vom langen Kopfe des Biceps brachii. Ebendas.. 328.

——— Die fibrösen Bänder des Herzbeutels. 3. R. IV., 102.

——— Ueber den vordern innern Theil des Afterhebers beim Manne. Ebendas. 108.

——— Die Drüsen der Gallenblase des Menschen. Ebendas. 189.

——— Ueber den weiblichen Afterheber. 3. R. V., 113.

——— Ueber die Communication der 4. Hirnhöhle mit dem Subarachnoidealraum. 3. R. VII., 68.

——— Das Foramen jugulare spurium u. der Sulcus petroso-squamosus des Menschen. Ebendas. 72.

——— Ueber die sogenannten Wrisberg'schen Knorpel und über ein neues Knorpelpaar des menschlichen Kehlkopfs. Ebendas. 269.

——— Der Bandapparat der Santorini'schen Knorpel des menschlichen Kehlkopfs. 3. R. XI., 132.

——— Ueber die Nervenzweige, welche durch das Foramen condyloideum anticum in den Hirnschädel eintreten. 3. R. XVII., 318.

Luschka, H., Die Leichenveränderung der Mundlippen bei neugebornen Kindern. 3. R. XVIII., 188.

——— Der Hymen fimbriatus. 3. R. XXVI., 300.

Manz, W., Ueber neue eigenthümliche Drüsen am Cornealrande u. über den Bau des Limbus conjunctivae. 3. R. V., 122.

——— Ueber den Bau der Retina des Frosches. 3. R. X., 301.

——— Die Ganglienzellen der Froschnetzhaut. 3. R. XXVIII., 231.

Marmé, W., Helleborus niger, viridis u. foetidus L. Eine toxicologisch-pharmacodynamische Untersuchung. 3. R. XXVI., 1.

——— Ueber die giftige Wirkung und den Nachweis einiger Cadmiumverbindungen. 3. R. XXIX., 113.

Martin, A., Ein neuer Haarpilz beim Menschen. (Zoogloea capillorum Buhl). 3. R. XIV., 357.

Matkiewicz, F., Ueber die Wirkung des Alkohols, Strychnins und Opiums auf die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches. 3. R. XXI., 230.

Matthaei, F., Ueber Kloakbildung. 3. R. XIV., 271.

Mayer, A., s. Kilian.

Meder, C., Ueber das Lymphgefässsystem. 3. R. X., 323.

Meissner, G., Ueber Polypen des äussern Gehörganges. N. F. III., 349.

——— Zur Lehre vom Tastsinn. N. F. IV., 260.

——— Ueber die Nerven der Darmwand. Vorläufige Mittheilung. N. F. VIII., 364.

——— Ueber die Kräfte im Gefässsystem. 3. R. II., 230.

——— Ueber das Verhalten der musculösen Faserzellen im contrahirten Zustande. Ebendas. 316.

——— Bemerkung zur Abhandlung von Manz über die Drüsen am Cornealrande. 3. R. V., 129.

——— Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. 3. R. VII., 1.

——— Untersuchungen über den Tastsinn. 1. Abtheilung. Ebendas. 92.

Meissner, G., Ueber die Bewegungen des Auges nach neuen Versuchen. 3. R. VIII., 1.

——— Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. No. II. Ebendas. 280.

——— do. No. III. 3. R. X., 1.

——— Ueber das elektrische Verhalten der Oberfläche des menschlichen Körpers. 3. R. XII., 263.

——— Zur Kenntniss des elektrischen Verhaltens des Muskels. Vorläufige Mittheilung. Ebendas. 344.

——— Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. No. VI. 3. R. XIV., 303.

——— Ueber das Entstehen der Bernsteinsäure im thierischen Stoffwechsel. Nach Versuchen von G. Meissner u. F. Jolly in München. 3. R. XXIV., 97.

——— Bericht über Versuche, die Urämie betreffend. 3. R. XXVI., 225.

——— Ueber die nach Durchschneidung des Trigeminus am Auge des Kaninchens eintretende Ernährungsstörung. 3. R. XXIX., 96.

——— u. *v. Babo, L.,* Ueber das Verhalten der Harnsäure zu der Fehling'schen Kupferlösung. 3. R. II., 321.

——— u. *C. Büttner,* Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. No. IV. 3. R. XII., 46.

——— u. *Cohn, F.,* Ueber das elektrische Verhalten des thätigen Muskels. 3. R. XV., 27.

——— u. *Meyerstein,* Ueber ein neues Galvanometer, Electrogalvanometer genannt. 3. R. XI., 193.

Merkel, F., Ueber eine anomale Verbindung des M. pectoralis major u. latissimus dorsi in der Achselgrube. 3. R. XXIX., 158.

Metzger, Beobachtungen aus der v. Pfeufer'schen Klinik. Wintersemester 1856/57. Pneumonie. 3. R. IV., 193.

Meyer, G., Zur Anatomie der Steissdrüse. 3. R. XXVIII., 135.

Meyer, H., Fett u. Haare enthaltende Cyste unter der äussern Haut. N. F. I., 77.

——— Beiträge zur Lehre von den pathol. Verknöcherungen. Ebend. 80.

Meyer, H., Ueber krebsige Phlebitis. N. F. III., 136.
——— Beiträge zur Lehre von den Knochenkrankheiten. Ebendas. 143.
——— Ein Wort über Atrophia concentrica ossium und Malum senile. N. F. V., 143.
——— Zur Kenntniss der Periostitis infantum (Rhachitis). Briefliche Mittheilung. Ebendas. 150.
——— Ueber angeborne Wirbelsäulenkrümmungen. Vierter Beitrag zur Lehre von den Knochenkrankheiten. Ebendas. 152.
Meyer, L., Die Gase des Blutes. N. F. VIII., 256.
——— Ueber die Einwirkung des Kohlenoxydgases auf Blut. 3. R. V., 83.
Meyerstein, A., Ueber die Bowman'schen Kapseln u. die Harnkanälchen in der Rindensubstanz der Niere. 3. R. XV., 180.
——— Ueber die Eileiter einiger Säugethiere. 3. R. XXIII., 63.
Meyerstein, M., Notiz, den Augenspiegel betreffend. N. F. IV., 310.
——— Beschreibung eines neuen Augenspiegels. Ebendas. 311.
——— Beschreibung eines Ophthalmometers nach Helmholtz. 3. R. XI., 185.
——— Galvanometer s. Meissner.
——— u. *Thiry, L.*, Ueber das Verhältniss der bei der Muskelthätigkeit auftretenden Wärmeproduction zu der geleisteten Arbeit. 3. R. XX., 45.
Moos, S., Ueber den Harnstoff- und Kochsalzgehalt des Urins bei verschiedenen Krankheiten, insbesondere bei Typhus u. Intestinal-Katarrh. N. F. VII., 291.
Mühry, A., Ueber die Abwesenheit des Typhus in den Tropenländern u. auf der ganzen Südhälfte der Erde. N. F. V., 257.
——— Ueber die Natur der Miasmen als vegetabilische Organismen vorgestellt, aus geographischem Gesichtspunkte (Malaria-Fieber, gelbes Fieber und indische Cholera). Ebendas. 286.
——— Ueber den Unterschied der contagiösen und der miasmatischen Krankheiten, besonders über die Contagien der Pest u. des Typhus, vom geographischen Standpunkte. N. F. VI., 211.
Mühry, A., Ueber die Absenz der Phthisis auf einigen Arealen und in der rarificirten Luft hoher Regionen. N. F. VII., 365.
Müller, H., Ueber das Vorkommen von Resten der Chorda dorsalis bei Menschen nach der Geburt u. über ihr Verhältniss zu den Gallertgeschwülsten am Clivus. 3. R. II., 202.
Müller, W., Ueber die Zusammensetzung der Hydroceleflüssigkeit. N. F. VIII., 130.
——— Beiträge zur Kenntniss der Molecularstructur thierischer Gewebe. 3. R. X., 173.
——— Zur Kenntniss des Baues gesunder und krankhaft veränderter Lymphdrüsen. 3. R. XX., 119.
Naumann, O., Beiträge zur Lehre vom Puls, insbesondere vom doppelschlägigen. 3. R. XVIII., 193.
Nebel, Bauchschnitt zur Entfernung eines durch Zerreissung der Gebärmutter in die Bauchhöhle gelangten abgestorbenen Kindes. N. F. I., 293.
Nicol, Ueber den Ortssinn vermittelst der Haut. 3. R. XXVIII., 71.
Nüscheler, A., Einige Worte über die Bedeutung der pathologischen Veränderungen im Gelenkknorpel. N. F. VI., 126.
Nuhn, A., Versuche an einem Enthaupteten nebst erläut. Versuchen an Thieren. N. F. III., 129.
——— Ueber eine seltene fehlerhafte Bildung des Herzens, namentlich angebornen Mangel des Ostium venosum der rechten Herzkammer. 3. R. XXIV., 1.
Ordenstein, Ueber Kölliker's Ansichten über die Vitalität der Nervenröhren der Frösche. 3. R. II., 108.
Panthel, Chloroform bei Tetanus. N. F. IV., 330.
Paschutin, W., Neue Thatsachen zu Gunsten der Verschiedenheit des tactilen und schmerzerregenden Apparates im Frosch. 3. R. XXVI., 295.

Paschutin, W., Neue Versuche über den Tastapparat des Frosches. 3. R. XXVIII., 125.

Pauli, *F.*, Ueber die Behandlung des Vorfalls der Gebärmutter. N. F. III., 328.

Peyer, *J.*, Ueber die peripherischen Endigungen der motorischen und sensibeln Fasern der in den Plexus brachialis des Kaninchens eintretenden Nervenwurzeln. N. F. IV., 52.

Pfeufer, *C.*, Ileus. N. F. II., 64.

Pickford, Studien in dem Gebiete der allgemeinen Aetiologie. N. F. I., 94. 219.

——— Untersuchung über die Lebensreize. I. Untersuchung über die atmosphärische Luft nebst einigen nachträglichen Bemerkungen über die Wirkung des Schwefeläthers. Ebendas. 240.

——— II. Untersuchung über die Wirkung der Wärme und Kälte. Ebendas. 335.

Preyer, *W.*, Ueber die Bildung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- u. Gewebathmung. 3. R. XXI., 197.

Rahn, *C.*, Untersuchungen über Wurzeln u. Bahnen der Absonderungsnerven der Glandula parotis beim Kaninchen. N. F. I., 285.

Redenbacher, *H.*, Beobachtungen aus der Dr. v. Pfeufer'schen Klinik. (Sommersemester 1856.) Ueber den Harnstoffgehalt des Urins bei Intermittens. 3. R. II., 284.

Richardson, *B. W.*, Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes (im Auszuge von Prof. Boedeker). 3. R. V., 94.

Richter, *R.*, Die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes u. der künstlichen Respiration bei Strychnin-Vergiftung. 3. R. XVIII., 76.

Riemann, *B.*, Mechanik des Ohres. 3. R. XXIX., 130.

Rinne, *H. A.*, Beitrag zur Physiologie des menschlichen Ohrs. 3. R. XXIV., 12.

——— Ueber die Form des scheinbaren Himmelsgewölbes. 3. R. XXVIII., 157.

Ripping, *L. H.*, Beiträge zur Lehre von den pflanzlichen Parasiten beim Menschen. 3. R. XXIII., 133.

——— Ein Fall von angebornem Herzfehler bei einem Epileptischen. 3. R. XXVIII., 82.

Rippmann, *T.*, Ueber das Vorkommen von Theilungen der Muskelfasern in der Zunge der Wirbelthiere u. des Menschen. 3. R. XIV., 200.

Ritter, *C.*, Ueber die Bedeutung des gelben Flecks. 3. R. XXI., 290.

Ritter, *F.*, Ueber das Amylum und den Zucker der Leber. 3. R. XXIV., 65.

Rodust, *G.*, Ueber Entozoen im menschlichen Gehirn. 3. R. XV., 283.

Rogow, Ueber die Wirkung des Extracts der Calabarbohne u. des Nicotin auf die Iris. 3. R. XXIX., 1.

Rosenthal, *J.*, Ueber Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten und die voltaischen Abwechslungen. 3. R. IV., 117.

Ruge, *H.*, Ueber die Gelenkverbindung zwischen Schulterkamm und Acromion. 3. R. VII., 258.

Salkowski, Ueber das Budge'sche Ciliospinal-Centrum. 3. R. XXIX., 167.

Schaffner, Ueber die mikroskopischen Ganglien der Lymphdrüsen. N. F. V., 255.

Scheiber, *S. H.*, Zur Anatomie der präpatellaren Schleimbeutel und zur Lehre über das Hygroma patellae. 3. R. XXIII., 174.

Schiess, Beitrag zur Anatomie der Retinastäbchen. 3. R. XVIII., 128.

Schiff, *M.*, Ueber die nach Durchschneidung des Trigeminus am Auge eintretende Ernährungsstörung. 3. R. XXIX., 217.

——— Ueber die Verschiedenheit in der Aufnahmsfähigkeit u. Leistungsfähigkeit in dem peripherischen Nervensystem. Ebendas. 221.

v. Schleiss, Glückliche Heilung einer Atresia recti ex retroversione vesicae urinariae congenita. N. F. III., 366.

——— Radikale Heilung einer Speichelfistel. N. F. VII., 208.

——— Zur Geschichte der Mastdarmverschliessung. N. F. VII., 361.

v. Schleiss, Der symptomatische Kniesschmerz bei Coxitis chronica. 3. R. V., 43.

Schmidt, *C.*, Ueber Vierordt's Methode der Blutanalyse. N. F. II., 293

——— Geröstete Maulwürfe als Geheimmittel gegen Epilepsie. 3. R. VII., 318.

Schneevogt, *G. E. Voorhelm*, Ueber den praktischen Werth des Spirometer. N. F. V., 9.

Schoeffer, *A.*, Ueber die Kohlensäure des Blutes und ihre Ausscheidung mittelst der Lunge. 3. R. XI., 89.

Schönbein, *C. F.*, Ueber einige mittelbare physiologische Wirkungen der atmosphärischen Electricität. N. F. I., 384.

——— Ob die Atmosphäre freie Salpetersäure als regelmässigen Bestandtheil enthalte. Ebendas. 400.

Schroeder v. d. Kolk, Ueber die Bildung u. Verbreitung von Krebszellen in der Umgebung von Krebsgeschwülsten u. die Bedeutung derselben für die Exstirpation. N. F. V., 127.

Schuchardt, *B.*, Untersuchungen über acute Phosphorvergiftung. N. F. VII., 235.

Schwegel, *A.*, Knochenvarietäten. 3. R. V., 283.

——— Knochenvarietäten. 3. R. XI., 290.

Sczelkow, Zur Lehre vom Gasumtausch in verschiedenen Organen. 3. R. XVII., 106.

Setschenow, *J.*, Beiträge zur Pneumatologie des Blutes. 3. R. X., 101.

——— Pneumatologische Notizen. Ebendas. 286.

——— Eine neue Methode, die mittlere Grösse des Blutdrucks in den Arterien zu bestimmen. 3. R. XII., 334.

——— Weiteres über die Reflexhemmungen beim Frosche. 3. R. XXIII., 6.

——— Neuer Apparat zur Gewinnung der Gase aus dem Blut. Ebendas. 16.

——— Notiz, die Reflexhemmung betreffend. 3. R. XXVI., 292.

Sokolowsky, *E.*, Ueber eine seltene Form des Epithelialkrebses. 3. R. XXIII., 21.

Spengler, *L.*, Tetanus und Chloroform. N. F. V., 360.

Spiegelberg, *O.*, Experimentelle Untersuchungen über die Nervencentren und die Bewegung des Uterus. 3. R. II., 1.

——— Zur Darmbewegung. Ebendas. 44.

——— Ueber die Verkümmerung der Genitalien bei (angeblich) verschieden geschlechtlichen Zwillingskälbern. 3. R. XI., 120.

——— Ueber die Placenta der Wiederkäuer. 3. R. XXI., 165.

Spiess, *A.*, Das Verhalten der Centraltheile des Haares im physiologischen und pathologischen Zustande. 3. R. V., 1.

Ssubotin, *M.*, Beitrag zur Lehre von der Harnsecretion. 3. R. XXVIII., 114.

Steffan, *P.*, Die kernähnlichen Gebilde des Muskelprimitivbündels. 3. R. X., 204.

Steffen, *A.*, Ueber Croup u. Diphtheritis des Kehlkopfs. 3. R. XXVIII., 249.

Steinlin, *W.*, Ueber Verrenkung des Unterkiefers. N. F. III., 204.

Stuart, *A.*, Ueber die Flimmerbewegung. 3. R. XXIX., 288.

Stüde, *F.*, Ueber glycogene Substanzen. 3. R. XXI., 29.

Suslowa, *N.*, Veränderungen der Hautgefühle unter dem Einfluss elektrischer Reizung. 3. R. XVII., 155.

Teichmann, *L.*, Ueber die Krystallisation der organischen Bestandtheile des Bluts. N. F. III., 375.

——— über das Hämatin. N. F. VIII., 141.

v. Thaden, *A.*, Ueber die Luxatio axillaris. 3. R. V., 180.

Theile, *F. W.*, Beiträge zur Angiologie und Osteologie des Menschen. N. F. VI., 227.

——— Ueber Microcephalie. 3. R. XI., 210.

Thiry, *L.*, Untersuchungen über die Verdauung der Eiweisskörper. No. V. 3. R. XIV., 78.

Thiry, L., Ueber den Ammoniakgehalt des Blutes, des Harnes und der Exspirationsluft. 3. R. XVII., 166.
——— Ueber den Einfluss des Gasgehaltes im Blute auf die Herzthätigkeit. 3. R. XXI., 17.
——— Ueber ein neues Myographion. Ebendas. 300.
Thoerl, F., Cystosarcom der Schilddrüse mit verkalkten Bindegewebsbündeln. 3. R. XXVI., 179.
Timm, A., Untersuchungen über den feinern Bau der Vogelmilz. 3. R. XVIII., 165.
Ueberweg, Zur Theorie der Richtung des Sehens. 3. R. V., 268.
Uffelmann, A., Embolie der Lungencapillaren mit flüssigem Fett. 3. R. XXIII., 217.
——— *J.*, Untersuchungen über die graue Substanz der Grosshirnhemisphären. 3. R. XIV., 232.
——— Zur Anatomie der Harnröhre. 3. R. XVII., 254.
Ulrich, R., Beschreibung eines neuen Augenspiegels. N. F. IV., 175.
Valentin, G., Ueber Athmen im geschlossenen Raum. 3. R. X, 33.
——— Einige Folgen der Nervendurchschneidung. 3. R. XI., 1.
——— Histologische u. physiologische Studien. 3. R. XIV., 122.
——— do. zweite Reihe. 3. R. XV., 193.
——— do. dritte Reihe. 3. R. XVIII., 217.
——— do. vierte Reihe. 3. R. XXI., 39.
——— do. fünfte Reihe. 3. R. XXIX., 191.
Varrentrapp, G., Ueber die Behandlung der Lungenentzündung mit Chloroform-Inhalationen. N. F. I., 1.
Vierordt, C., Ueber Blutanalysen. N. F. IV., 401.
——— Notiz über die Zählung der Blutkörperchen. 3. R. XXI., 95.
Vietor, C. O. F. V., Ueber den Canalis ganglionaris der Schnecke der Säugethiere u. des Menschen. 3. R. XXIII., 236.
Vogel, A., Mittheilungen aus der Pfeufer'schen Klinik. Harnuntersuchungen nach Liebig's neuer Methode. N. F. IV., 362.
Vogel, A., Beiträge zur Lehre vom Soor. N. F. VIII., 317.
Volkmann, R., Fall von congenitaler Makroglossie. N. F. VIII., 333.
Wachsmuth, A., Ueber die Function der Vorkammern des Herzens. N. F. IV., 182.
——— Ueber progressive Muskelatrophie. N. F. VII., 1.
——— Zur allgemeinen Pathologie der Geisteskrankheiten, insbesondere der „Regungslosigkeit". 3. R. II., 119.
Wagner, R., Erklärung, das Eindringen der Spermatozoen in das Innere des Säugethier-Eies betreffend. N. F. IV., 404.
——— Begründung meiner von Prof. Ludwig in Zürich abgelehnten sogenannten Anmuthungen. N. F. V., 307.
——— Kritische und experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. 3. R. V., 215.
——— Notiz über einige Versuche am Halstheile des sympathischen Nerven bei einer Enthaupteten. Ebendas. 331.
——— Kritische und experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. 3. R. XI., 266.
——— Studien zur Physiologie und Pathologie des Gehirns als Seelenorgan. 3. R. XVIII., 14.
——— Ueber eine allgemeine Terminologie der Windungen des Grosshirns beim Menschen. 3. R. XX., 183.
Waldeyer, W., Untersuchungen über den Ursprung und Verlauf des Axencylinders bei Wirbellosen u. Wirbelthieren, so wie über dessen Endverhalten in der quergestreiften Muskelfaser. 3. R. XX., 193.
——— Anatomische u. physiologische Untersuchungen über die Lymphherzen der Frösche. 3. R. XXI., 104.
——— Zur Anatomie u. Physiologie der Lymphherzen bei Fröschen u. Schildkröten. 3. R. XXIII., 193.
——— Untersuchungen über die Entwicklung der Zähne. 2. Abthlg 3. R. XXIV., 169.

Weber, *K.*, Ueber Croup u. Tracheotomie. N. F. III., 8.
Weinmann, *A.*, Ueber die Absonderung des Bauchspeichels. N. F. III., 247.
Weismann, *A.*, Ueber die Bildung der Hippursäure beim Menschen. 3. R. II., 331.
——— Ueber Nervenneubildung in einem Neurom. 3. R. VII., 209.
——— Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosch. 3. R. X., 263.
——— Ueber den feinern Bau des menschlichen Nabelstrangs. 3. R. XI., 140.
——— Ueber die Verbindung der Muskelfasern mit ihren Ansatzpunkten. 3. R. XII., 126.
——— Ueber die Neubildung quergestreifter Muskelfasern. Eine Erwiderung an Herrn Prof. Budge. Ebendas. 354.
——— Ueber zwei Typen contractilen Gewebes und ihre Vertheilung in die grossen Gruppen des Thierreichs, so wie über die histologische Bedeutung ihrer Formelemente. 3. R. XV., 60.
——— Nachtrag zu dieser Abhandlung. Ebendas. 279.
——— Zur Histologie der Muskeln. 3. R. XXIII., 26.
Welcker, *H.*, Bemerkungen zur Mikrographie. N. F. VI., 172.
——— Kleine Bemerkung zur Osteologie des Thorax. Ebendas. 326.
——— Bemerkungen zur Mikrographie. N. F. VIII., 225.
——— Bestimmungen der Menge des Körperblutes u. der Blutfärbekraft, so wie Bestimmungen von Zahl, Maass, Oberfläche u. Volum des einzelnen Blutkörperchens bei Thieren u. Menschen. 3. R. IV., 145.
——— Ueber Sarcina, insbesondere ihr Vorkommen im Urin des Menschen. 3. R. V., 199.
——— Unterscheidung von Erhöhungen und Vertiefungen unter dem Mikroskop. 3. R. VII., 63.
——— Untersuchung der Retinazapfen und des Riechhautepithels bei einem Hingerichteten. 3. R. XX., 173.
Welcker, *H.*, Grösse, Zahl, Volum, Oberfläche und Farbe der Blutkörperchen bei Menschen u. bei Thieren. 3. R. XX., 257.
——— Erklärung, die Blutuntersuchung betreffend. 3. R. XXI., 192.
——— u. *Jahn*, *A.*, die kernähnlichen Gebilde der quergestreiften Muskelfaser u. die Frage nach der Existenz eines plasmatischen Gefässsystems der Muskeln. 3. R. X., 238.
Wernher, *A.*, Einige Beobachtungen über schmerzhafte Atrophien der Mamma, Cirrhosis mammae und atrophirende Sarcome derselben. N. F. V., 29.
——— Ein Fall von Krebs der Lungenarterie. Ebendas. 109.
——— Fortschreitende, nicht krebsige Papillär-Geschwülste der Cutis (Naevus papillaris Thomson). N. F. VI., 109.
Wicke, *B.*, Ueber das Vorkommen von Ammoniak im Harn. 3. R. XIV., 344.
Wicke, *W.*, Ueber quantitative Bestimmung des Zuckers im diabetischen Harn, nebst Zusatz von Listing. N F. VI., 311.
——— Ueber die Bleivergiftungen durch Schnupftabak. 3. R. VII., 158.
——— u. *Listing*, Nachtrag zu den vergleichend saccharimetrischen Bestimmungen. N. F. VI., 321.
Wiedemann, *H.*, Ueber die Sandgeschwulst. 3. R. XXIV., 127.
Wiehen, *E.*, Neue Beobachtungen über das basale Ende der Zellen des Cylinderepithels. 3. R. XIV., 203.
Wilckens, *M.*, Ueber die Entwicklung der Hornhaut des Wirbelthier-Auges. 3. R. XI., 167.
Wolters, Ein ungewöhnlicher Fall von Missbildung am weichen Gaumen. 3. R. VII., 156.
Wundt, *W.*, Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. 3. R. IV., 229.
——— do. Zweite Abhandlung. Zur Geschichte der Theorie des Sehens. 3. R. VII., 279.

Wundt, *W.*, Beiträge. Dritte Abhandlung. Ueber das Sehen mit Einem Auge. 3. R. VII., 321.
——— Ueber die Elasticität der organischen Gewebe. 3. R. VIII., 267.
——— Beiträge zur Theorie der Sinneswahrnehmung. 4. Abtheilung. Ueber das Sehen mit zwei Augen. 3. R. XII., 145.
——— do. 5. Abtheilung. Ueber einige besondre Erscheinungen des Sehens mit zwei Augen. 3. R. XIV., 1.
——— do. Sechste Abhandlung. Ueber den psychischen Process der Wahrnehmung. 3. R. XV., 104.
Zawarykin, s. Ludwig.
Zech, Erwiderung. N. F. 275.
Zencker, *F. A.*, Sarcine in der Lunge. N. F. III., 117.
——— Ueber einen neuen thierischen Parasiten des Menschen (Pentastomum denticulatum Rud.). N. F. V., 212.
Zenker, *W.*, Ein Beitrag zur Sklerose des Gehirns u. Rückenmarks. 3. R. XXIV., 228.
Zimmermann, *G.*, Zur Kritik der Richardson'schen Hypothese über die nächste Ursache der Blutgerinnung u. einige andere den Faserstoff betreffende Ansichten. 3. R. VIII., 334.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

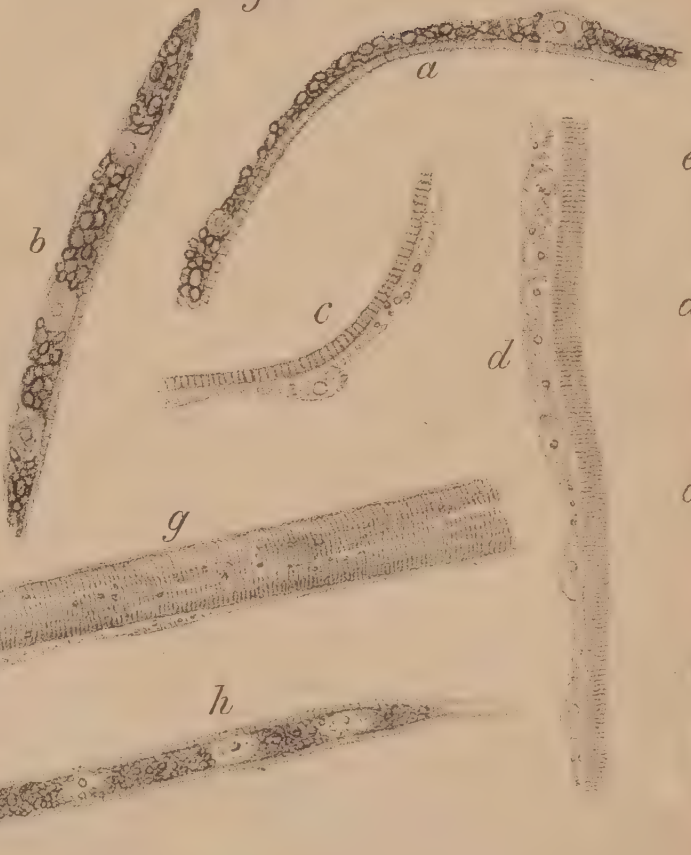


Fig. 7

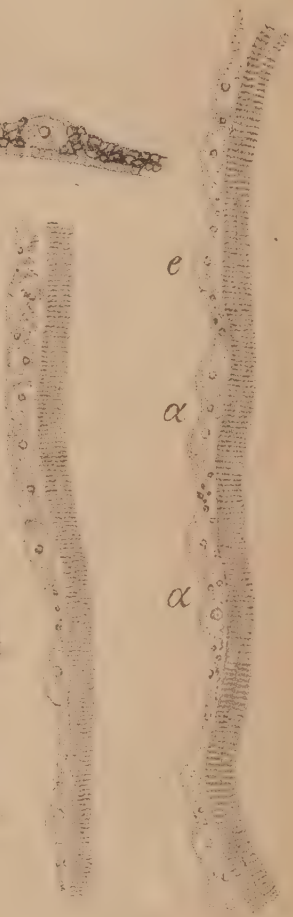


Fig. 6

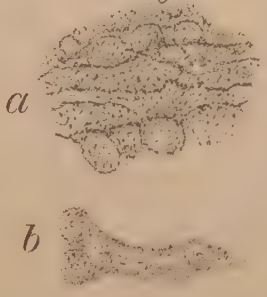


Fig. 5

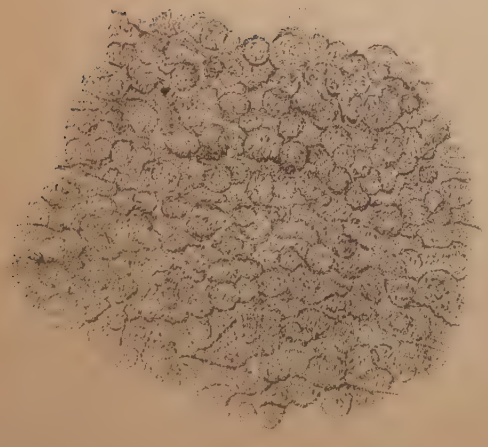
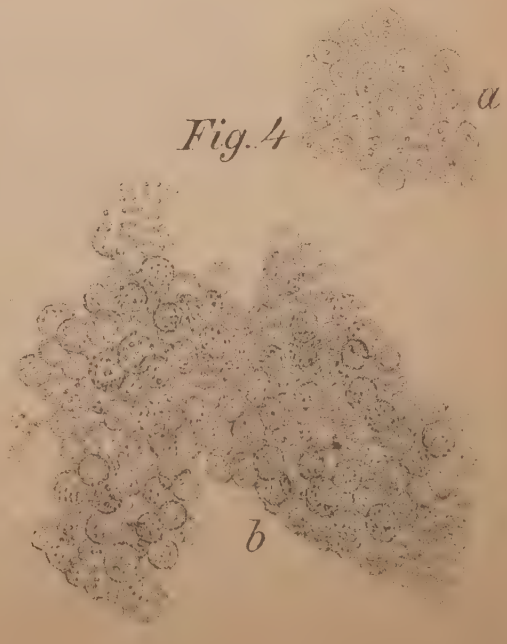
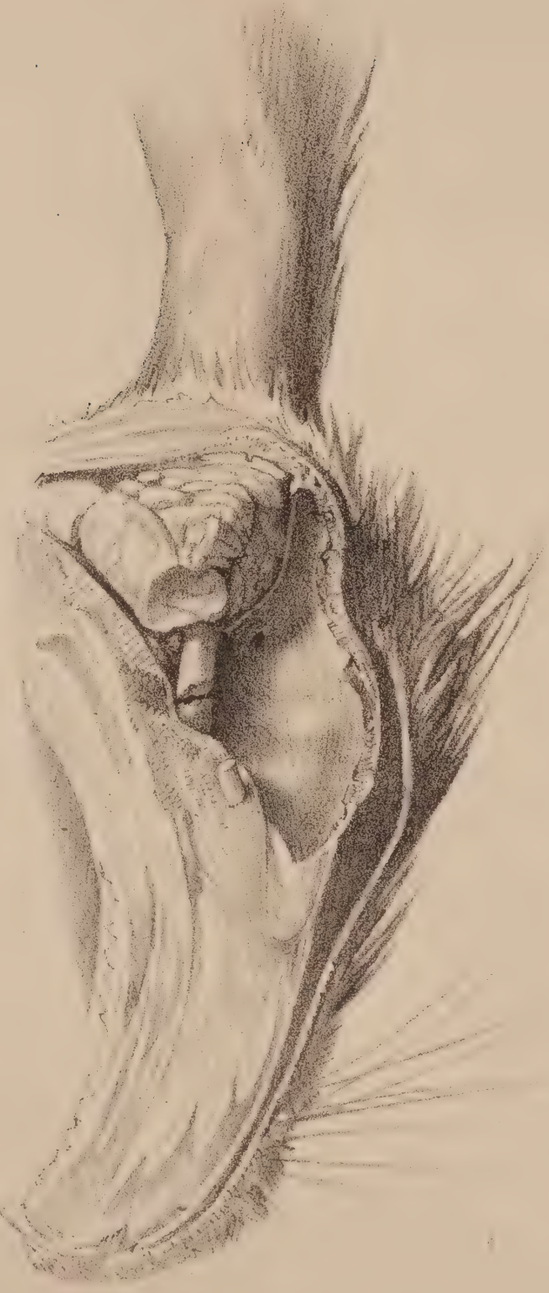


Fig. 4

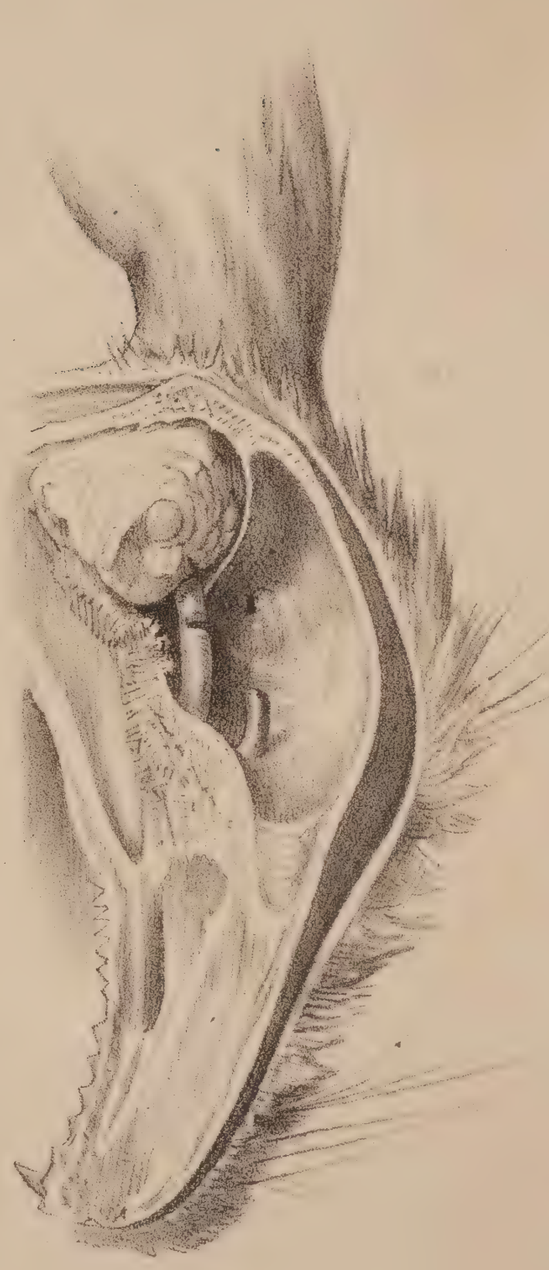


I.

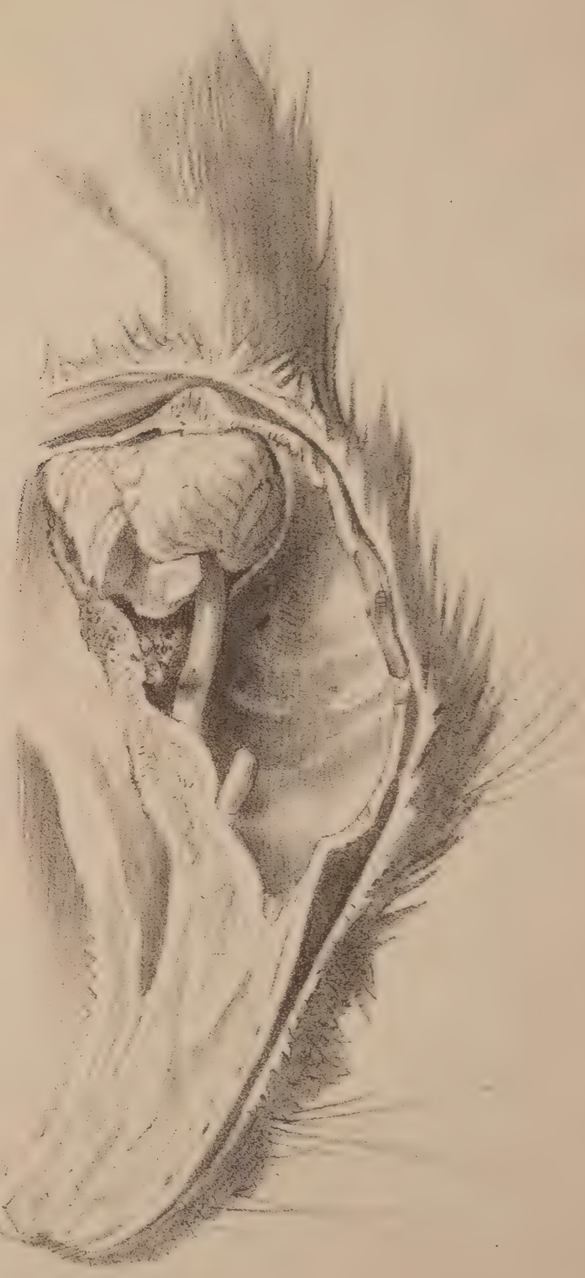
II.

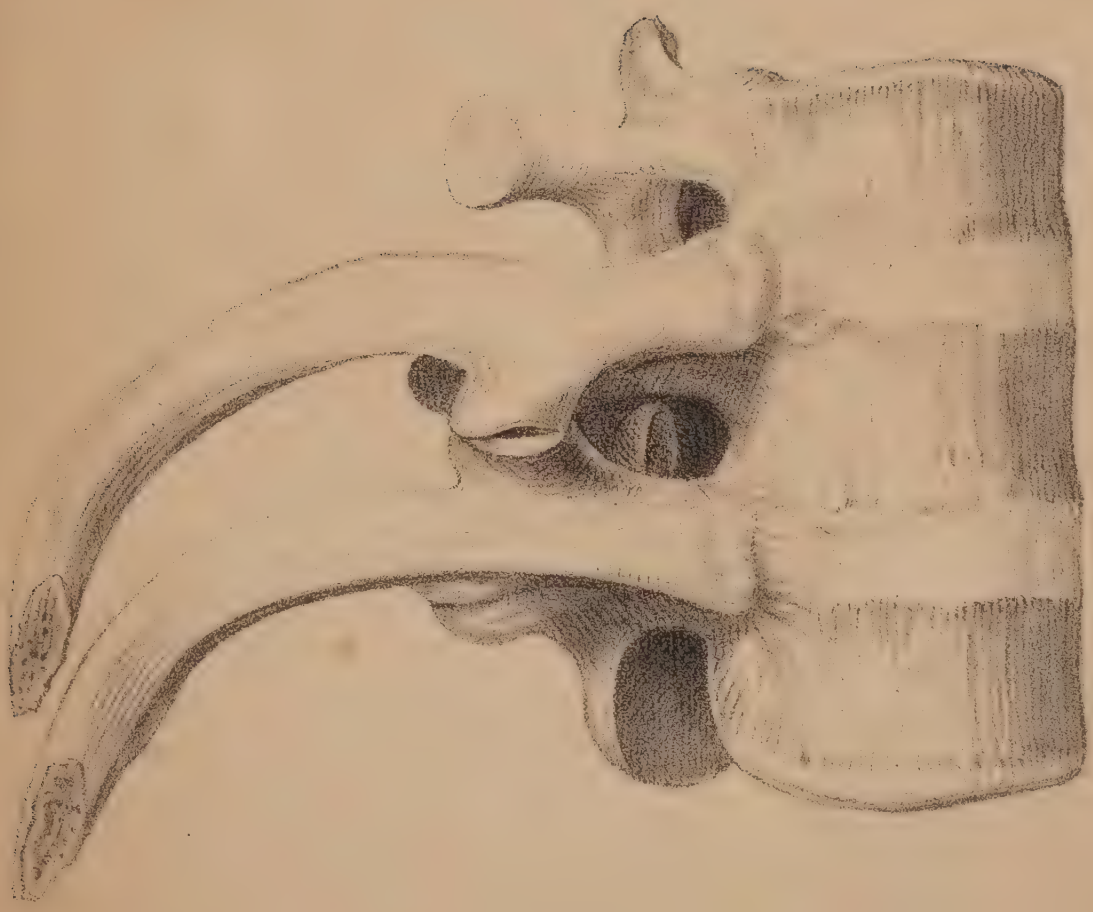


III.



IV.





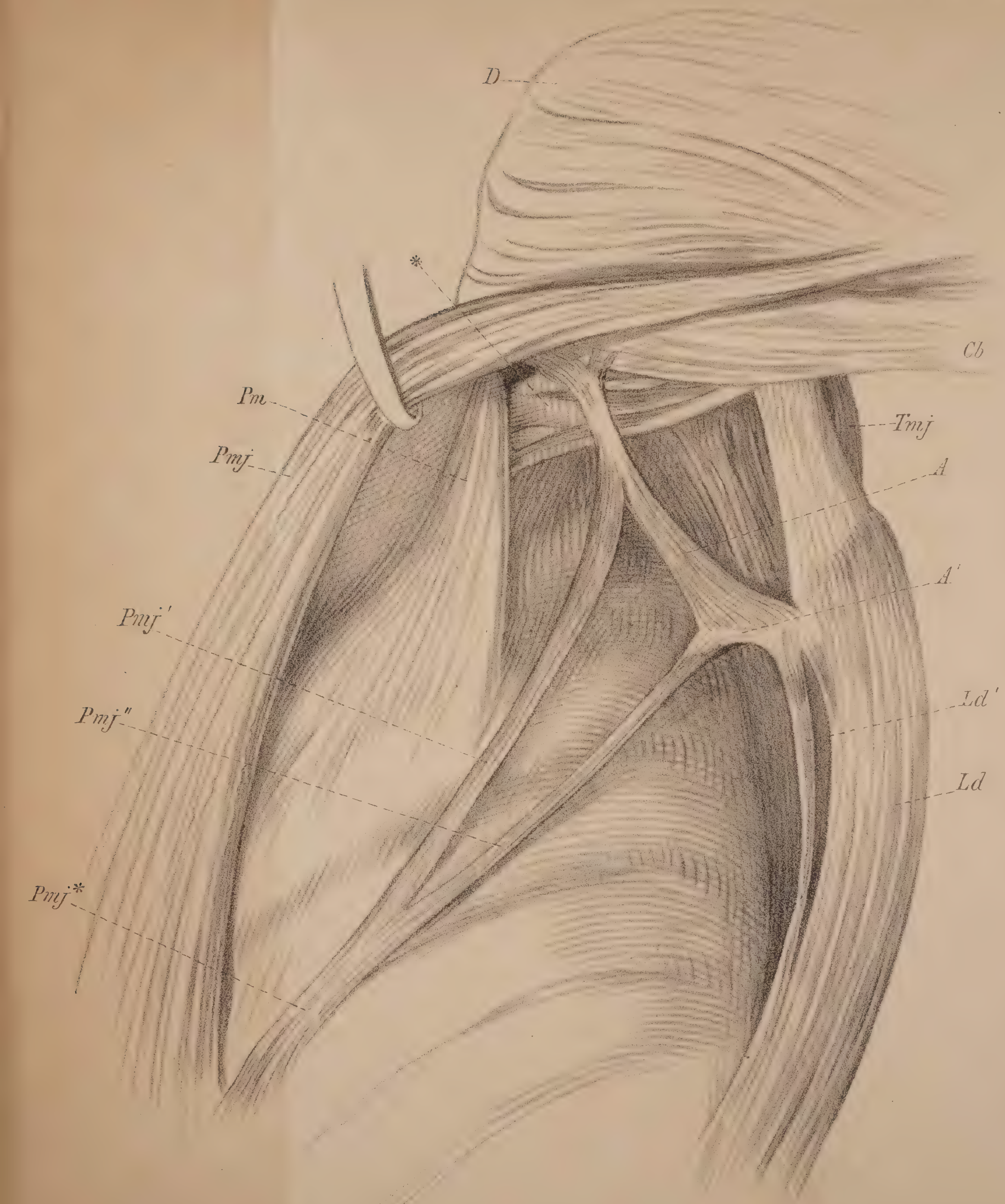

D
Cb
Pm
Pmj
Tmj
A
A'
Pmj'
Pmj''
Ld'
Ld
Pmj*

Fig. I.

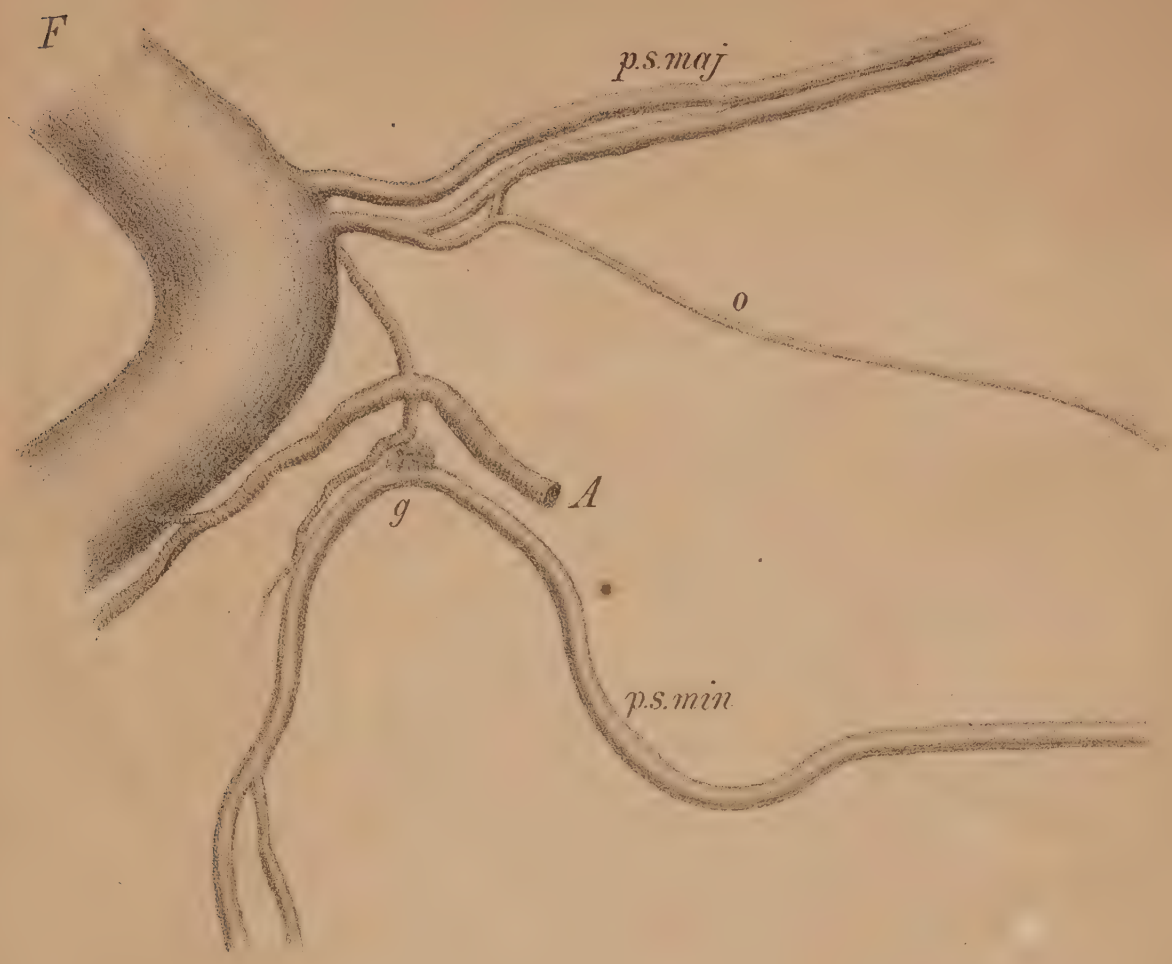


Fig. II.

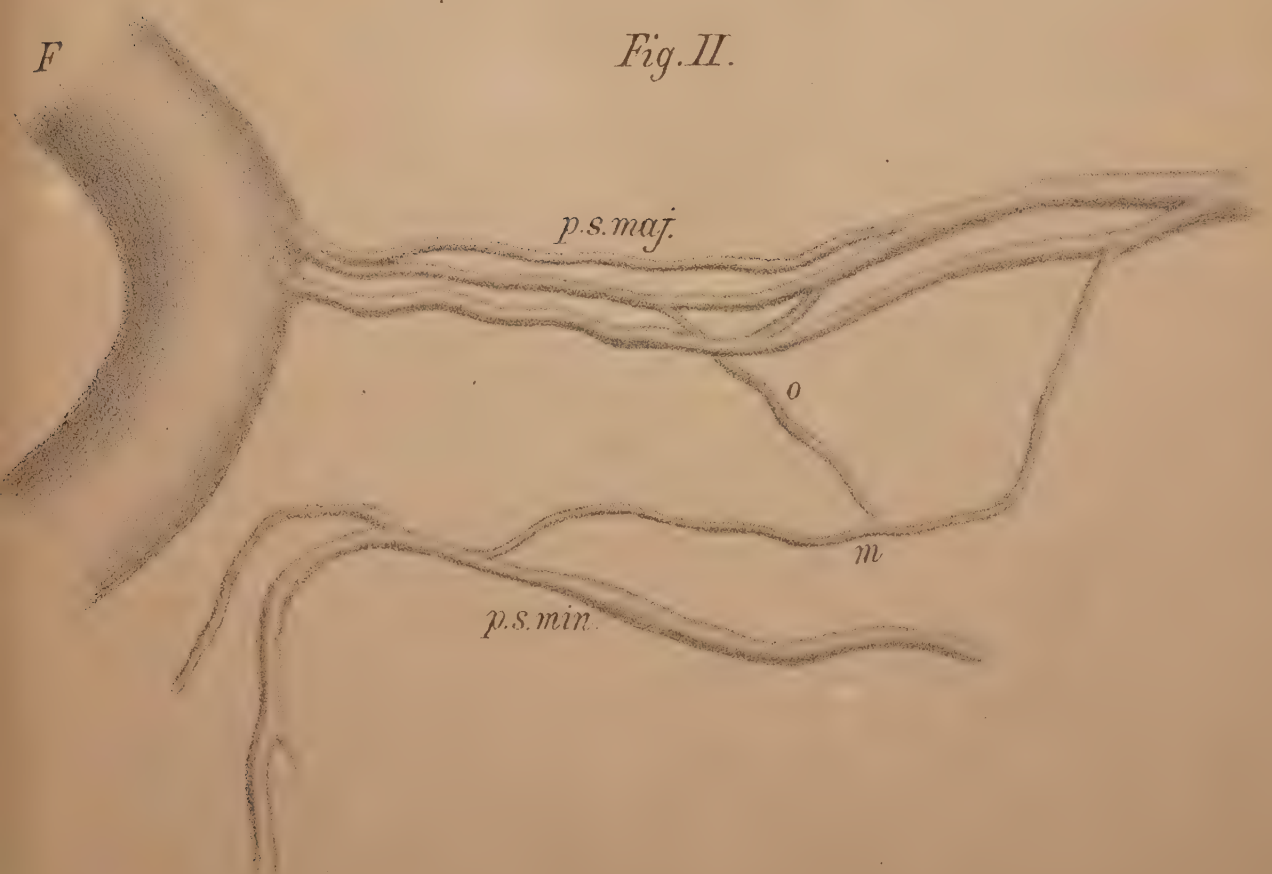


Fig. 1.

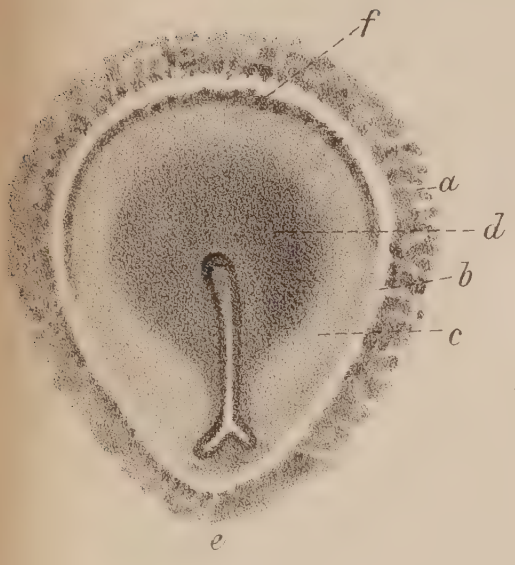


Fig. 2.

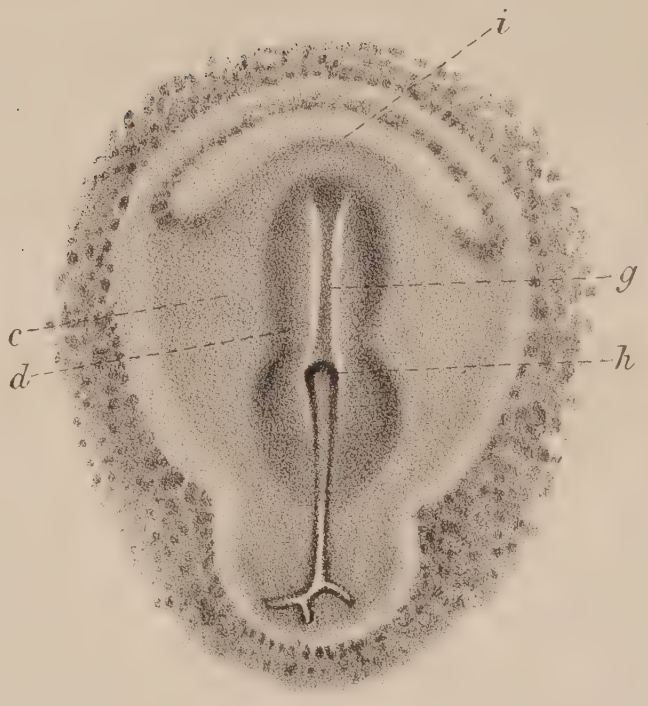


Fig. 3.

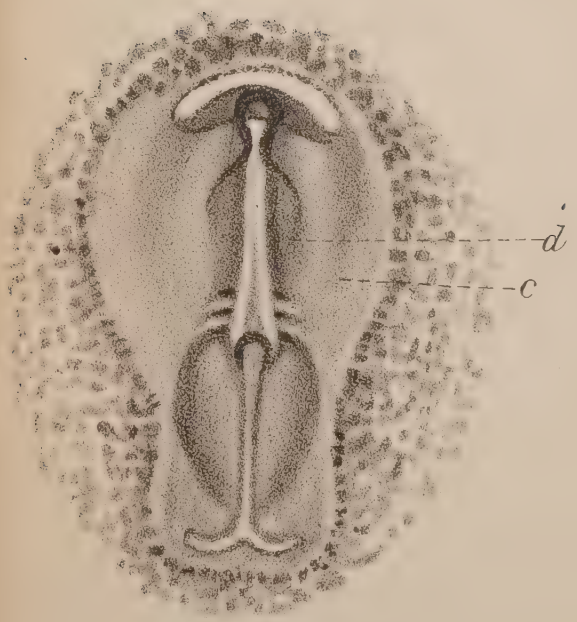


Fig. 4.

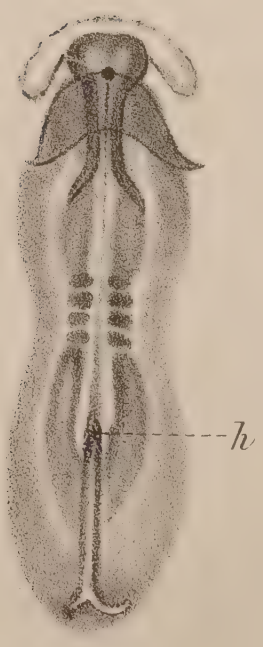


Fig. 1.

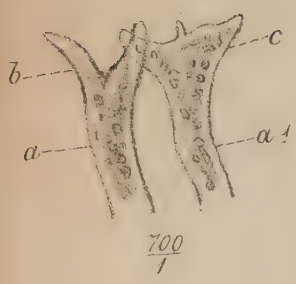


Fig. 2.

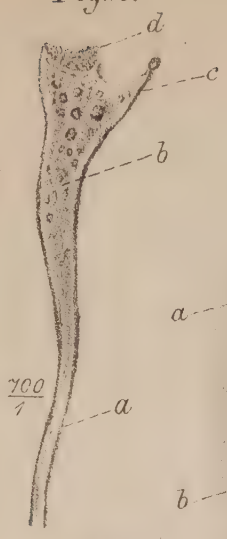


Fig. 3.

Fig. 4.

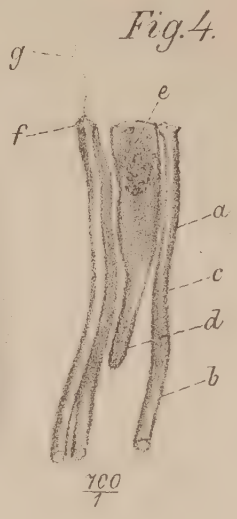


Fig. 6.

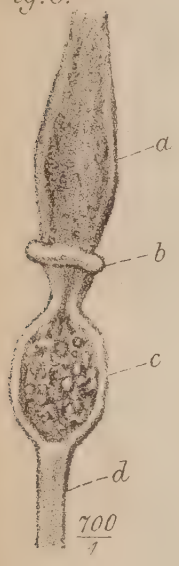


Fig. 5.

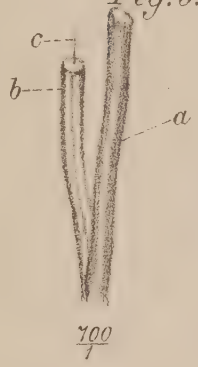


Fig. 7.

Fig. 8.

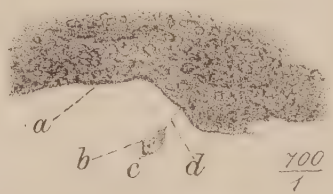


Fig. 11.

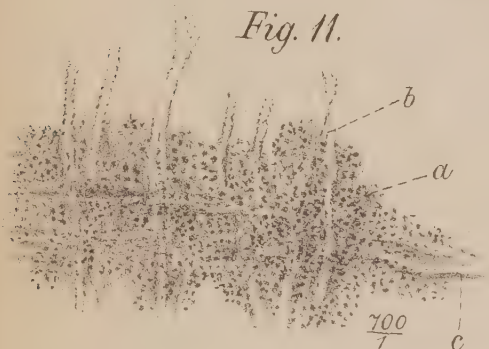


Fig. 10.

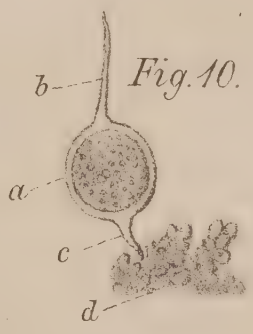
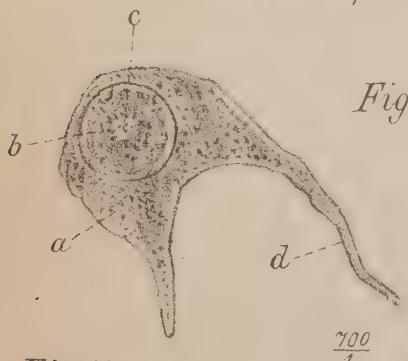


Fig. 9.

Fig. 15.



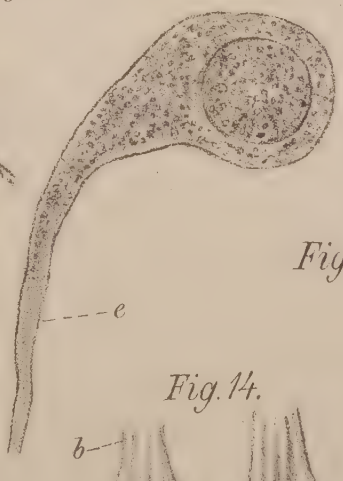


Fig. 13.

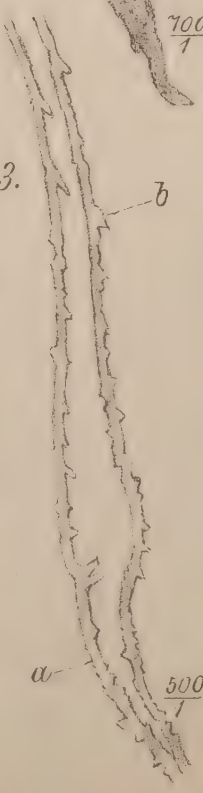


Fig. 16.

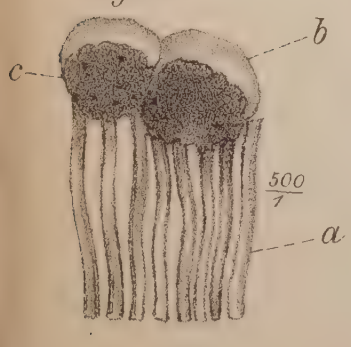


Fig. 12.

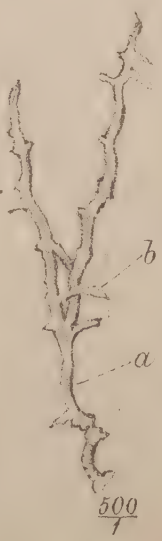


Fig. 14.

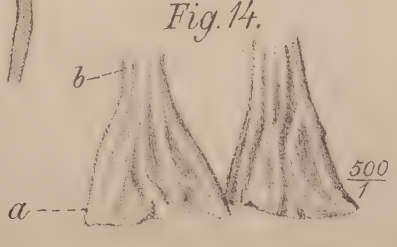


Fig. 1.

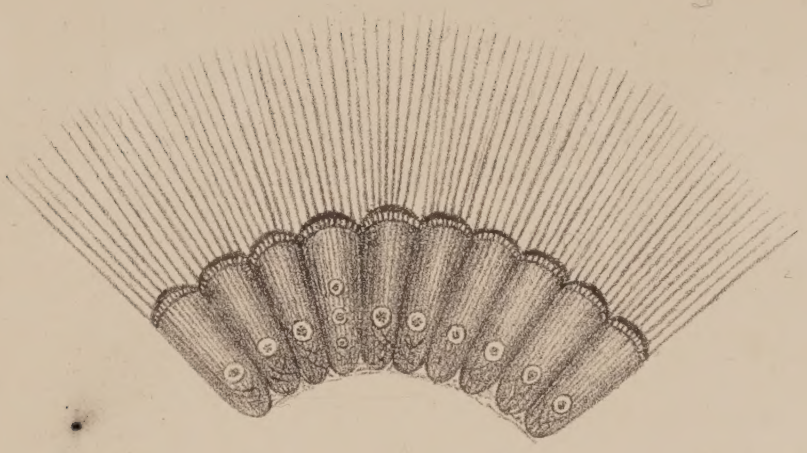
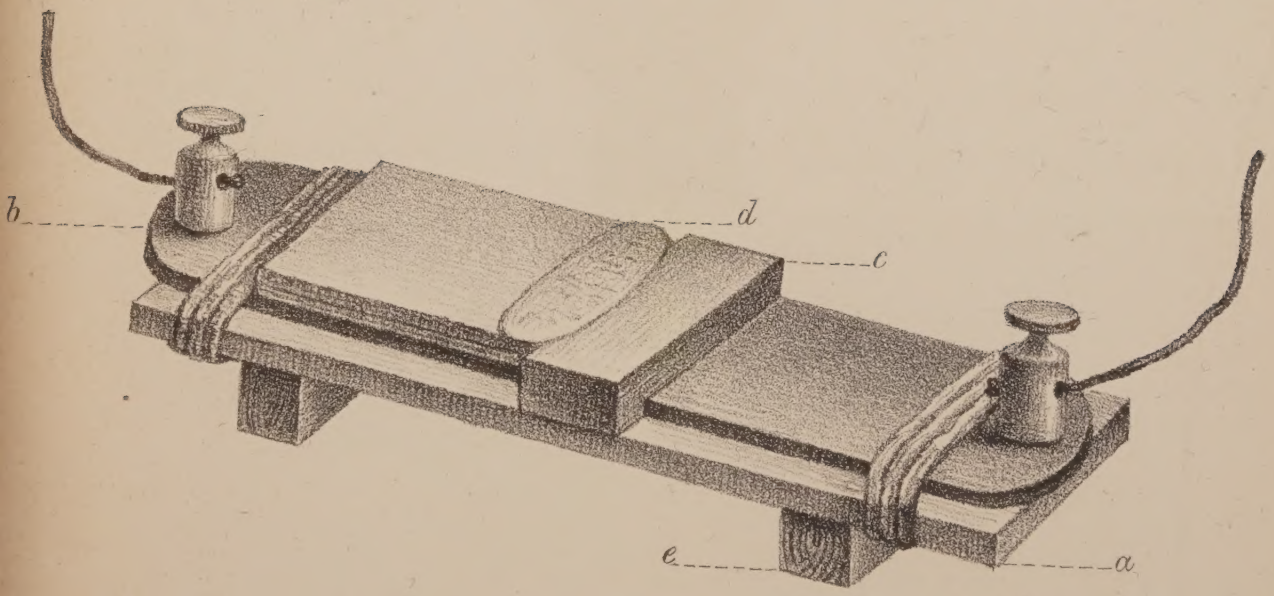



Fig. 2.